

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

(11)Publication number : **2001-277163**

(43)Date of publication of application : **09.10.2001**

(51)Int.Cl.

**B25J 9/22**

B25.J 5/00

**B25.J 13/00**

**G05B 13/02**

**G05B 19/4155**

**G06N 3/00**

(21)Application number : 2000-100795

(71)Applicant : **SONY CORP**

(22)Date of filing : 03.04.2000

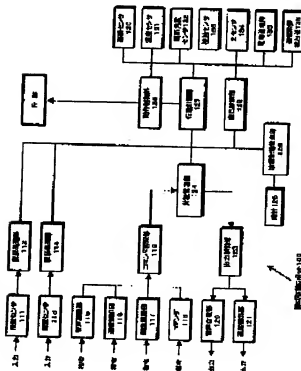
(72)Inventor : KUROKI YOSHIHIRO  
ISHIDA KENZO

(54) **DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING ROBOT**

**(57)Abstract:**

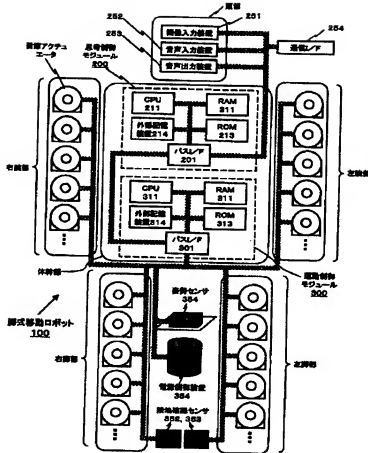
**PROBLEM TO BE SOLVED:** To investigate a cause even if abnormality or a failure occurs or a trouble happens during 'interactive driving' or 'autonomous driving'.

**SOLUTION:** A user for providing a command to a robot can be certified. The face and voice of the user that cannot be certified or information on the other living body's characteristic is extracted. Command content provided from the user is recorded together with an action of the robot in response to the command or an execution time of the action. An internal state of the robot and sensor input information may be recorded. In the future, the recorded contents are analyzed to investigate a cause of abnormality or a failure, or a trouble occurring for the robot.



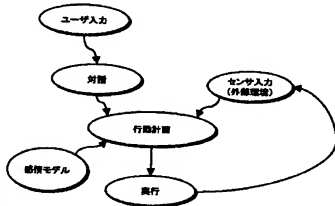
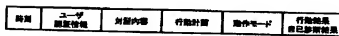
## DRAWINGS





[Drawing 4]

[Drawing 7]



[Drawing 9]

[Drawing 5]

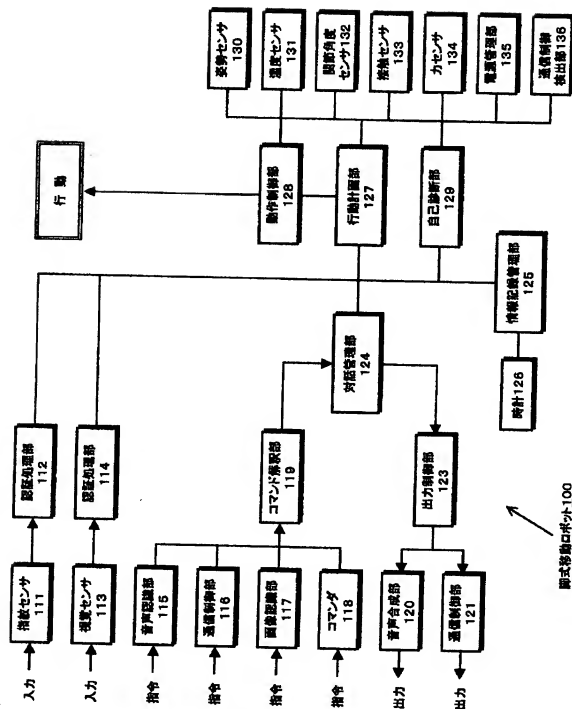


図5 移動ロボット100



[Drawing 6]

### DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the robot which operates according to an action plan, and relates to the action plan mold robot which forms an action plan by the dialogue with the user based on the input of voice, an image, etc. especially, or does not depend on a user input but forms an action plan autonomously.

[0002] Furthermore, in detail, this invention generates abnormalities and failure during the period which performs "a dialogue drive" or "an autonomous drive", or even if it is the case where it is involved in a

trouble, it relates to the action plan mold robot which can study the cause.

[0003]

[Description of the Prior Art] The thing of the machinery which performs movement modeled on actuation of human being using the electric or magnetic operation is called "robot." It is said that a robot's origin of a word originates in "ROBOTA (slave machine)" of a slab word. Although it was in our country that a robot began to spread from the end of the 1960s, the many were the industrial robots (industrial robot) in works aiming at automation, full automation, etc. of production, such as a manipulator and a carrier robot.

[0004] Like an arm type robot, the robot of a deferment type which is implanted and used for a certain specific location works only in fixed and local workspaces, such as assembly, a sorting activity, etc. of components. On the other hand, the robot of workspace of a portable type is un-restrictive, and he can move free in a predetermined path or non-path top, and the human activity of predetermined or arbitration can be executed by proxy, or he can offer the various broad services which replace Homo sapiens, a dog, or other life objects. Especially, the mobile robot of a leg formula compares with a crawler type and tire-type robot, and although it is unstable and attitude control and walk control become difficult, he is excellent in the point that flexible walk / transit actuation which a stairway, rise and fall of a ladder, and an obstruction get over, and does not ask distinction of \*\*, and the leveling and the irregular ground is realizable.

[0005] Recently, the researches and developments about leg formula mobile robots, such as a robot (humanoid robot) of "the human form" designed by using as a model the body mechanism of an animal and actuation which perform the pet mold robot which imitated the body mechanism of the animal of quadrapedalism and its actuation like a dog or a cat, or a 2-pair-of-shoes walk in erect posture like Homo sapiens, or "a human mold", progress, and the expectation for utilization has also been growing.

[0006] As one of the applications of a leg formula mobile robot, vicarious execution of various kinds of difficulty activities in an industrial activity, a production activity, etc. is mentioned. For example, it is vicarious execution of the maintenance in a nuclear power plant, a thermal power station plant, and a petrochemical plant, conveyance and assembly operation of the components in a plant, cleaning in a skyscraper, and the risk activity and skyscraper activity like the rescue in a fire site and others etc.

[0007] Moreover, the application of "symbiosis" with a life adhesion mold, i.e., human being, is mentioned rather than above-mentioned activity exchange as other applications of a leg formula mobile robot. This kind of robot emulates the mechanism of leg formula ambulatory exercises with comparatively high intelligence, such as Homo sapiens or a dog (pet), of operation, and a feeling expression. Moreover, it is required it not only performs faithfully the pattern of operation inputted beforehand, but that it should realize the lively expression of operation in response to a partner's language and attitudes ("it strikes"). [ "it praises" or "he scolding", ]

[0008] The conventional toy machine has the fixed relation between user actuation and response actuation, and cannot change actuation of a toy according to liking of a user. Consequently, a user becomes \*\*\*\*\* soon about the toy which repeats only the same actuation.

[0009] On the other hand, an intellectual robot performs intellectual actuation according to the time series model of generation of operation while performing autonomous thinking and motion control. Moreover, when a robot equips a picture input device and voice-input/output equipment and performs an image processing and speech processing, it also becomes possible to realize realistic communication with human being on more advanced intellectual level. Under the present circumstances, by answering having detected the stimulus from the outside, such as user actuation, and changing this time series model, namely, giving the "study effectiveness", or it does not get bored for a user, the pattern of operation which was adapted for liking can be offered. Moreover, a user can enjoy a kind of training simulation like a game.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] What is necessary is just to perform from a user or an operator by inputting almost uniquely the command which can be interpreted in the case of the robot for specified uses on industry. This is similar to an information management system answering that the console input was

carried out, and operating the most important commands, such as the copy and deletion of a file, and file opening, just like that.

[0011] on the other hand, in the case of the robot of a symbiosis mold or an entertainment mold, "an autonomous drive" which operates according to the action plan which the robot itself formed can be performed, without performing "a dialogue drive" which operates based on high input data of whenever [ abstract ], such as not only the explicit or restrictive command from a user but voice, and an image, comparatively, or depending on a command and a dialogue from a user further, as mentioned above (namely, -- from a user -- becoming independent).

[0012] However, when interpret an abstract user input, a robot's original thing thinking control is permitted or a part, and the failure and the trouble which the degree of freedom and function on actuation develop are caused, the cause investigation becomes much more difficult.

[0013] Since the response by the side of the equipment to an input command corresponds to about 1 to 1 in the case of a general machinery, when which command is inputted or executed, it can specify easily whether abnormalities occurred as equipment.

[0014] On the other hand, since width of face is in the interpretation on the robot to a user input or an external event in the case of the robot of a type which performs above "dialogue drives" or "autonomous drives", a judgment becomes difficult about in what the cause of abnormalities or failure originates. If it is furthermore a leg formula mobile robot, since he will walk in non-path and it will turn around the workspace of arbitration, a user cannot monitor continuously. Therefore, it will become very difficult for a user to study what happened to the robot then, even if a certain failure occurred or it was involved in the trouble, accident or an incident, etc. under the situation of having been placed out of a user's monitor.

[0015] The purpose of this invention is to offer the great action plan mold robot which can form an action plan by the dialogue with the user based on the input of voice, an image, etc., or cannot depend on a user input but can form an action plan autonomously.

[0016] The further purpose of this invention generates abnormalities and failure during the period which performs dialogue drive" or "an autonomous drive", or even if it is the case where it is involved in a trouble, it is to offer the great action plan mold robot which can study the cause.

[0017]

[Means for Solving the Problem] This invention is made in consideration of the above-mentioned technical problem, and consists of two or more joint actuators. The action plan section or the step which is control device or approach of the robot of a type which operates according to an action plan, and forms said robot's action plan, The control section of operation or step which realizes the pattern of operation corresponding to the action plan determined by said action plan section or step by the drive of each joint actuator, The detecting element or step which detects the implementation situation of operation by said control section of operation or step, It is a robot's control unit or approach characterized by providing the Records Department or the step which records a log including the implementation situation of operation by said action plan section, the action plan by the step and said detecting element, or the step.

[0018] A robot's control device or approach concerning this invention may also contain the dialogue Management Department or the step which manages a dialogue with the user based on the user input command or data which minded further the user input section or the step which receives the command or data from a user, and said user input section or step. In such a case, said action plan section or step can form an action plan according to the contents of a dialogue in said dialogue Management Department or step, and said Records Department or step can take the log of the contents of a dialogue.

[0019] Moreover, the self-test section or the step which diagnoses said robot's each part may also be included further. In such a case, said Records Department or step can take the log of a self-test result.

[0020] Moreover, the user authentication section which carries out authentication processing of the user who is around said robot may also be included further. In such a case, said Records Department or step can take the log of a user authentication result.

[0021] Moreover, said action plan section or step operates with the 2nd method of operation which forms an action plan based on the feeling model determined according to the 1st method of operation which forms an action plan based on a dialogue with a user, or external change. In such a case, said Records Department or step can take the log of the method of operation in the action plan section or a step.

[0022]

[Function] The robot concerning this invention can search the workspace of arbitration in non-path like a leg formula mobile robot. This workspace is sharable with human being's dwelling space. Moreover, the robot concerning this invention can form an action plan by the dialogue with the user based on the input of voice, an image, etc., or further, cannot depend on a user input but can form an action plan autonomously.

[0023] The user who gives a robot a command can be attested. Or the description information on a user's face which cannot be attested, or voice or other living bodies is extracted. Furthermore, it records as a kind of log combining the contents of the command given by the user, and the activation time of day of action or action which the robot took according to the command. In addition, a robot's internal state and sensor input may be recorded collectively.

[0024] The cause of the abnormalities and failure which took place to the robot, and a trouble can be studied by analyzing the contents of the log later.

[0025] Moreover, at the time of abnormalities, even if it is not at the trouble time at the time of failure, the hysteresis of a robot's action of a robot, such as "who and what have been carried out where", can be investigated. Or the hysteresis of action can be managed as experience information, and it can constitute so that the information "who and what have been carried out where" can be pulled out out of a dialogue with a user and a robot. A user can enjoy a kind of training simulation like a game highly [ such a robot / entertainment orientation ].

[0026] The purpose, the description, and advantage of further others of this invention will become [ rather than ] clear by detailed explanation based on the example and the drawing to attach of this invention mentioned later.

[0027]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained in detail, referring to a drawing.

[0028] Signs that signs that the leg formula mobile robot 100 with which operation of this invention is presented was standing straight were viewed from each of the front and back are shown in drawing 1 and drawing 2. this leg formula mobile robot 100 is a type called "a human form" or "a human mold", a dialogue with the user based on the input of voice, an image, etc. can stand an action plan, or it cannot depend on a user input but a robot (namely, -- from a user -- becoming independent) 100 can form an action plan autonomously so that it may mention later. The leg formula mobile robot 100 consists of the membrum inferius of two pairs of right and left which perform leg formula migration, the truncus section, an upper extremity on either side, and a head.

[0029] the membrum inferius of each right and left consists of a femoral region, a knee joint, a leg part, an ankle, and \*\*\*\*, and is connected by the hip joint at the abbreviation lowest edge of the truncus section. moreover, the upper extremity of each right and left consists of an overarm, an elbow joint, and a forearm, and is connected by the shoulder joint in right-and-left each side edge of the truncus section upper part. Moreover, the head is connected in the center of the abbreviation best edge of the truncus section by the neck joint.

[0030] In the truncus section unit, the control section which is not visible is arranged on drawing 1 and drawing 2. This control section is the controller (main control section) which processes the external input from drive control of each joint actuator, each sensor (after-mentioned), etc. which constitutes the leg formula mobile robot 100, and a case carrying the peripheral devices of a power circuit and others. In addition to this, the control section may contain the communication link interface and communication device for remote operation.



[0031] The joint degree-of-freedom configuration which the leg formula mobile robot 100 concerning this example possesses is typically shown in drawing 3. The leg formula mobile robot 100 consists of the truncus sections which connect the upper part of the body including two arms and a head 1, the membrum inferius which consists of the two legs which realize migration actuation, and an upper extremity and the membrum inferius as illustration.

[0032] The neck joint which supports a head 1 has three degrees of freedom called the neck joint yawing axis 2, the neck joint pitching axis 3, and the neck joint roll axes 4.

[0033] Moreover, each arm consists of the shoulder-joint pitching axis 8, the shoulder-joint roll axes 9, the overarm yawing axis 10, the elbow-joint pitching axis 11, the forearm yawing axis 12, a wrist joint pitching axis 13, wrist joint roll axes 14, and a hand part 15. Hand parts 15 are the many joints and the multi-degree-of-freedom structure containing two or more fingers in fact. However, since there are little the contribution and effect to posture stability control or walk motion control of a robot 100, the actuation of a hand part 15 itself assumes on these specifications that it is a zero degree of freedom. Therefore, each arm on either side presupposes that it has seven degrees of freedom.

[0034] Moreover, the truncus section has three degrees of freedom called the truncus pitching axis 5, the truncus roll axes 6, and the truncus yawing axis 7.

[0035] moreover, the leg of each right and left which constitute the membrum inferius consists of the hip joint yawing axis 16, the hip joint pitching axis 17, the hip joint roll axes 18, the knee-joint pitching axis 19, an ankle joint pitching axis 20, joint roll axes 21, and a foot (vola or \*\*\*\*) 22. In fact, although the foot (vola) 22 of the body is the structure containing the vola of many joints and many degrees of freedom, the vola of the leg formula mobile robot 100 concerning this example makes it a zero degree of freedom. Therefore, each leg on either side consists of six degrees of freedom.

[0036] If the above is summarized, as the leg formula mobile-robot 100 whole concerning this example, it will have  $2=3+7 \times 2+3+6 \times 32$  degree of freedom in total. However, the leg formula mobile robot 100 is not necessarily limited to 32 degrees of freedom. It cannot be overemphasized that a degree of freedom, i.e., the number of joints, can be suitably fluctuated according to a constraint, requirement specification, etc. on a design / manufacture.

[0037] Each above-mentioned joint degree of freedom which the leg formula mobile robot 100 has is realized as active actuation by the actuator in fact. As for various requests, such as eliminating an excessive swelling by the exterior of equipment and making it approximate in the shape of [ human ] a natural bodily shape, or performing attitude control to the unstable structure called a 2-pair-of-shoes walk, to a joint actuator, it is desirable that it is small and lightweight. In this example, we decided to carry the small AC servo actuator of the type which was a gear direct attachment type, and one-chip-ized the servo control system and was built in the motor unit. In addition, it is indicated about the small AC servo actuator applicable to a leg formula robot by the Japanese-Patent-Application-No. No. 33386 [ 11 to ] specification already transferred, for example to these people.

[0038] The control-system configuration of the leg formula mobile robot 100 concerning this example is typically shown in drawing 4. As shown in this drawing, this system consists of a thinking control module 200 which responds to a user input etc. dynamically and manages emotion decision and a feeling expression, and a movement control module 300 which controls a robot's whole body coordinated movements, such as a drive of a joint actuator.

[0039] The thinking control modules 200 are CPU (Central Processing Unit)211 which performs data processing about emotion decision or a feeling expression, and an independent information processor which consists of RAM (Random Access Memory)212, ROM (Read Only Memory)213, and external storage (hard disk drive etc.) 214 and which can perform self-conclusion processing.

[0040] Various kinds of equipments, such as the communication link interface 254 which performs the system and the data exchange besides a robot 100, are connected to the thinking control module 200 by the bus interface 201 course via the audio output devices 253, such as the picture input devices 251, such as a

CCD (Charge Coupled Device) camera, the audio input units 252, such as a microphone, and a loudspeaker, LAN (not shown [ Local Area Network : ], etc.

[0041] In the thinking control module 200, the acoustic-sense data inputted from the vision data inputted from a picture input device 251 or an audio input unit 252 determine the leg formula mobile robot's 100 current feeling and current intention according to the stimulus from the external world etc. Furthermore, a command is published to the movement control module 300 so that the behavior or action based on decision making, i.e., movement of the limbs, may be performed.

[0042] One movement control modules 300 are CPU (Central Processing Unit)311 which controls a robot's 100 whole body coordinated movement, and an independent information processor which consists of RAM (Random Access Memory)312, ROM (Read Only Memory)313, and external storage (hard disk drive etc.) 314 and which can perform self-conclusion processing. The action plan of the walk pattern computed off-line, a ZMP target orbit, and others can be accumulated in external storage 314 ("ZMP" is a point on the floor line where the moment by the floor reaction force during a walk serves as zero, and a "ZMP orbit" means the locus to which ZMP moves during a robot's 100 walk actuation period etc.).

[0043] various kinds of equipments, such as power control which manage the power source of the touch-down check sensors 352 and 353 which detect the bed leaving of the joint actuator ( refer to drawing 3 ) which realize each joint degree of freedom distribute to a robot 100 whole body, the attitude sensor 351 which measure the posture and inclination of the truncus section, and the vola on either side, or implantation, a dc-battery, etc., be connect to the movement control module 300 by the bus interface 301 course.

[0044] The whole body coordinated movement according the action directed from the thinking control module 200 to body present \*\*\*\*\* and each joint actuator is controlled by the movement control module 300. That is, CPU311 picks out the pattern of operation according to the action directed from the thinking control module 200 from external storage 314, or generates a pattern of operation internally. and the pattern of operation with which CPU311 was specified -- following -- a foot -- while setting up movement, a ZMP (Zero Moment Point) orbit, truncus movement, upper extremity movement, a lumbar part horizontal position, height, etc., the command value which directs actuation according to these contents of a setting is transmitted to each joint actuator.

[0045] Moreover, CPU311 can control the leg formula mobile robot's 100 whole body coordinated movement accommodative by detecting whether each movable foot is in which condition of \*\*\*\* or a basis with the output signal of each touch-down check sensors 352 and 353 while detecting the posture and inclination of a truncus part of a robot 100 with the output signal of an attitude sensor 351.

[0046] Furthermore, the action as the intention that the movement control module 300 was determined in the thinking control module 200 returns how many body present \*\*\*\*\*, i.e., the situations of processing, to the thinking control module 200.

[0047] The thinking control module 200 and the movement control module 300 are built on a common platform, and it interconnects through bus interfaces 201 and 301 between both.

[0048] The leg formula mobile robot 100 concerning this example records combining the contents of the command given by the user, and the activation time of day of action or action which the robot took according to the command. Therefore, a user can study the cause of the abnormalities and failure which took place to the robot, and a trouble by analyzing the contents of record later. Moreover, at the time of abnormalities, even if it is not at the trouble time at the time of failure, the hysteresis of a robot's action of a robot, such as "who and what have been carried out where", can be investigated. Below, recording processing of a robot's action hysteresis in this invention or experience information is explained.

[0049] In drawing 5, an example of the functional-block configuration for realizing record processing of action record or experience information in the leg formula mobile robot 100 is illustrated. The robot 100 which shows in this drawing can operate the "dialogue drive" method which follows a dialogue with the user based on the input of voice, an image, etc., and forms an action plan.

[0050] The leg formula mobile robot 100 uses at least one side among the fingerprint sensor 111 or a visual sensor 113 for user authentication.

[0051] A visual sensor 113 can make the picture input devices 251, such as a CCD (Charge Coupled Device: charge-coupled device) camera carried in the head, serve a double purpose. In this case, the description information extracted from one or more registered users' face image, the image which projected other parts on a user's body, or the image is kept beforehand. And the authentication processing section 114 carries out authentication processing of whether you are a registered user by carrying out comparison collating with the description information, such as a face image registered beforehand, while carrying out the image processing of the face image inputted from the visual sensor 113.

[0052] Moreover, although the fingerprint sensor 111 is not illustrated to drawing 1 - especially drawing 4, it arranges the fingerprint read head in the part on which users, such as a head and a shoulder, tend to put a fingertip, for example. And one or more registered users' fingerprint is beforehand kept as authentication information. And the authentication processing section 112 carries out authentication processing of whether you are a registered user by carrying out comparison collating with the fingerprint registered beforehand while an image processing, feature-extraction processing, etc. carry out fingerprint information inputted from the fingerprint sensor 111. In addition, JP,3-18980,A is equipped with the criteria image memory holding the image data of the fingerprint used as criteria, and the picture input device which inputs the image of the fingerprint used as the candidate for authentication, and it is indicated about the fingerprint collation device of the type which performs fingerprint authentication by piling up both images and seeing whenever [ coincidence ].

[0053] The fingerprint sensor 111 and the authentication processing section 112 can perform more exact authentication processing to the user who demanded fingerprint authentication clearly. On the other hand, even if a visual sensor 113 and especially the authentication processing section 114 are the cases where a user does not require, a user's figure can be pursued with a camera and a user can also perform authentication processing to the inside of unconscious. Moreover, the authentication processing sections 112 and 114 can transmit a user's authentication result to the information recording section 125.

[0054] The leg formula mobile robot 100 concerning this example offers four kinds of means of the speech recognition section 115, the communications control section 116, the image recognition section 117, and a commander 118, in order that a user may input a command and data.

[0055] The speech recognition section 115 is constituted by CPU211 (or other data-processing circuits) in which the voice input sections 252, such as a microphone, and speech recognition processing are possible. A user can input a natural language format or an abstract command, such as "run", "carry O\*", and "hurry", with voice. The speech recognition section 115 recognizes a user's voice, and the command interpretation section 119 understands and analyzes the command to a robot 100 based on a speech recognition result further.

[0056] Moreover, the communications control section 116 is constituted by CPU211 (or other data-processing circuits) which performs processing of the command or data exchanged for the communication link interface 254 by communication link interface 254 course. The communication link interface 254 is the wireless data communication network course of bluetooth or others, and is an external information terminal (for example, a personal computer etc.). It interconnects not illustrating. On such an information terminal, automatized machines, such as a robot, can carry out the console input of the command of the format which can be interpreted, or the command of a format more abstract than it uniquely, and a user can transmit to a robot 100 side. After the user command by which reception was carried out in the communications control section 116 is interpreted in the command interpretation section 119, it is transmitted to the dialogue Management Department 124.

[0057] The image recognition section 117 is constituted by CPU211 (or other data-processing circuits) in which the image input sections 251, such as a CCD camera, and image recognition processing are possible. A user can input a command by the gesture, a gesture, gesture, etc. The image recognition of the image

recognition section 117 is carried out, further, the command interpretation section 119 is based on a recognition result, and it understands and analyzes it as a command. Or you may make it input a command by carrying out the image input of the check-by-looking information, such as a cyber-code uniquely assigned to the command instead of gesture.

[0058] Although a commander 118 does not illustrate to drawing 1 - especially drawing 4 , he is constituted as the user input equipment which was carried in the leg formula mobile robot's 100 the back, an abdomen, etc. and in which a key/button grabbing is possible, or a remote controller (not shown). As for a user, automatized machines, such as a robot, can drive in uniquely the command of the format which can be interpreted, or the command of a format more abstract than it on a commander 118. After the user command inputted on the commander 118 is interpreted in the command interpretation section 119, it is transmitted to the dialogue Management Department 124.

[0059] The dialogue Management Department 124 is managing serially the command of the various formats received by the command interpretation section 119 course, and it aims at maintenance of a dialogue context while it understands the context of a dialogue with a user. In this example, the dialogue Management Department 124 can transmit the contents of a dialogue with a user to the information recording section 125. Moreover, the dialogue Management Department 124 can do a voice output outside by the loudspeaker, after generating the reply according to a user input in the speech synthesis section 120, or it can perform a console output (or image output using GUI) on an external computing system (for example, user terminal) by communications control section 121 course.

[0060] The speech synthesis section 120 is constituted by the audio output devices 253, such as a loudspeaker, and CPU211 (or other data-processing circuits) in which speech synthesis processing is possible. Moreover, the communications control section 121 is constituted by CPU211 (or other data-processing circuits) which performs processing of the command or data exchanged for the communication link interface 254 by communication link interface 254 course.

[0061] An attitude sensor 130, a temperature sensor 131, the joint angle sensor 132, a touch sensor 133, a force sensor 134, the power-source Management Department 135, and the communications control detecting element 136 are the functional modules for detecting a robot's 100 the external world or environment, and the change and an activation situation of operation.

[0062] An attitude sensor 130 is equivalent to the reference number 354 in drawing 4 , and can detect the posture over a robot's 100 road surface. Moreover, the joint angle sensor 132 is equivalent to the circular encoder arranged in each joint actuator (refer to drawing 3 ) of every. Moreover, a touch sensor 133 is equivalent to the touch-down check sensor 352,352 arranged by the foot. Moreover, although a force sensor 134 is not illustrated to drawing 1 - drawing 4 , it is arranged by at least each part of a robot's 100 whole body, and detects contact with the obstruction of a user or the external world (for example, indicated by the Japanese-Patent-Application-No. No. 366175 [ 11 to ] specification already transferred to these people about the sensor module which can be carried in a robot's each part of the whole body in the form of exterior parts).

[0063] The power-source Management Department 135 is equivalent to the reference number 354 in drawing 4 , and supervises the supply voltage of the dc-battery which is a robot's 100 main power supply, a current, a power supply, etc. Moreover, the communications control detecting element 136 is constituted by CPU211 (or other data-processing circuits) which performs processing of the command or data exchanged for the communication link interface 254 by communication link interface 254 course, and detects change of the external world by the communication link command or commo data, or an environment.

[0064] A robot's 100 environmental factor specified by these sensors is supplied to the action plan section 127 and the self-test section 129.

[0065] According to the context of the dialogue in the dialogue Management Department 124, a robot's 100 the external world or an environment specified in each sensor ability module 130 --, the action plan section 127 forms a robot's 100 action plan, and orders implementation of action to the control section 128 of operation. Moreover, in this example, the action plan section 127 can transmit the contents of the action plan

to the information recording section 125.

[0066] The control section 128 of operation publishes operating commands, such as a rotation command and each rate command, to each joint actuator (refer to drawing 3 and drawing 4) that action directed by the action plan section 127 should be realized. Consequently, a robot's 100 action planned or expected is realized. The rotation location of each joint actuator is measured by each joint angle sensor 132, and can perform feedback control.

[0067] Although the control section 128 of operation may generate dynamically the pattern of operation for realizing action ordered serially on real time, it may carry out easy [ of the trajectory plan of the main patterns of a walk or others of operation ] (namely, off-line count) beforehand. If an action instruction is published from the action plan section 127 in the case of the latter, the control section 128 of operation calls the trajectory plan of the pattern of operation applicable to this, and it can realize action, correcting a target orbit suitably. In addition, by using for JP,62-97006,A the walk pattern data memorized beforehand, while simplifying a control program, it is indicated about the multi-joint bipedal robot control unit which can connect between each data of a walk pattern densely.

[0068] The self-test section 129 carries out the self-test of the situation of the robot 100 interior for the activation situation of the planned action, abnormalities, failure, a trouble, etc. based on the detection output of sensors, such as an attitude sensor 130, a temperature sensor 131, the joint angle sensor 132, a touch sensor 133, a force sensor 134, the power-source Management Department 135, and the communications control detecting element 136. Moreover, in this example, the self-test section 129 can transmit a self-test result to the information recording section 125.

[0069] The information recording section 125 can acquire the following matters from each part.

(1) The activation situation of the action plan diagnosed in the action plan (4) self-test section 129 determined as the contents of a dialogue, the newest contents of user command (3) dialogue, or the user command managed at the authentication processing section 112 and/or the user authentication information (2) dialogue Management Department 124 from 114 by change of the external world or an environment etc. [0070] And the information recording section 125 combines these data, makes them together with the current time further supplied from a clock 126, and is saved as "action hysteresis" or "experience information", i.e., an action log.

[0071] An action log is saved in un-volatilizing on the local memory or the local disk (not shown) of the information recording section 125. Or if the action log is stored in the store in which insert and remove are possible by cartridge-type like a memory stick, it can remove from a robot 100 later and analysis processing of the action log can be carried out on an external computing system.

[0072] Moreover, the "action hysteresis" or the "experience information" saved in the information recording section 125 can be retrieved using time information. Or a dialogue with the robot 100 through the speech recognition section 115 etc. can draw out.

[0073] In drawing 6, other examples about the functional-block configuration for realizing record processing of action record or experience information in the leg formula mobile robot 100 are illustrated. The robot 100 which shows in this drawing can operate the "autonomous drive" method which does not depend on the dialogue with a user other than the "dialogue drive" method which follows a dialogue with the user based on the input of voice, an image, etc., and forms an action plan, but forms an action plan autonomously further.

[0074] The leg formula mobile robot 100 uses at least one side among the fingerprint sensor 111 or a visual sensor 113 for user authentication. A visual sensor 113 can make the picture input devices 251, such as a CCD (Charge Coupled Device: charge-coupled device) camera carried in the head, serve a double purpose. Moreover, although the fingerprint sensor 111 is not illustrated to drawing 1 - especially drawing 4, it arranges the fingerprint read head in the part on which users, such as a head and a shoulder, tend to put a fingertip, for example.

[0075] The fingerprint sensor 111 and the authentication processing section 112 can perform more exact authentication processing to the user who demanded fingerprint authentication clearly. On the other hand,

even if a visual sensor 113 and especially the authentication processing section 114 are the cases where a user does not require, a user's figure is pursued with a camera and a user performs authentication processing to the inside of unconscious. Moreover, the authentication processing sections 112 and 114 transmit a user's authentication result to the information recording section 125.

[0076] Moreover, the leg formula mobile robot 100 offers four kinds of means of the speech recognition section 115, the communications control section 116, the image recognition section 117, and a commander 118, in order that a user may input a command.

[0077] The speech recognition section 115 is constituted by the audio input units 252, such as a microphone, and CPU211 (or other data-processing circuits) in which speech recognition processing is possible. If a user inputs with voice, the speech recognition section 115 will recognize a user's voice, and the command interpretation section 119 will understand and analyze the command to a robot 100 based on a speech recognition result further.

[0078] Moreover, the communications control section 116 is constituted by CPU211 (or other data-processing circuits) which performs processing of the communication link interface 254, and a communication link command or data. The communication link interface 254 interconnects with the external information terminal (for example, personal computer) via a wireless data communication network. The communications control section 116 carries out reception of the command which a user transmits via a communication line. After the received command is interpreted in the command interpretation section 119, it is transmitted to the dialogue Management Department 124.

[0079] The image recognition section 117 is constituted by CPU211 (or other data-processing circuits) in which the image input sections 251, such as a CCD camera, and image recognition processing are possible. If, as for a user, a user command is inputted in the form of a gesture, a gesture, gesture, etc., the image recognition section 117 carries out the image recognition of this, and further, the command interpretation section 119 will be based on a recognition result, and it will understand and analyze it as a command.

[0080] A commander 118 is constituted as the user input equipment which was carried on the leg formula mobile robot 100 and in which a key/button grabbing is possible, or a remote controller (not shown). As for a user, a robot can drive in uniquely the command of the format which can be interpreted etc. on a commander 118. After the user command inputted on the commander 118 is interpreted in the command interpretation section 119, it is transmitted to the dialogue Management Department 124.

[0081] The dialogue Management Department 124 is managing serially the command of the various formats received by the command interpretation section 119 course, and it aims at maintenance of a dialogue context while it understands the context of a dialogue with a user. The dialogue Management Department 124 transmits the contents of a dialogue with a user to the information recording section 125. Moreover, the dialogue Management Department 124 generates the reply according to a user input in the speech synthesis section 120, and through a loudspeaker, a voice output is carried out outside or it outputs the contents of a dialogue to it on an external computing system by communications control section 121 course.

[0082] The speech synthesis section 120 is constituted by the audio output devices 253, such as a loudspeaker, and CPU211 (or other data-processing circuits) in which speech synthesis processing is possible. Moreover, the communications control section 121 is constituted by CPU211 (or other data-processing circuits) which performs processing of the command or data exchanged for the communication link interface 254 by communication link interface 254 course.

[0083] An attitude sensor 130, a temperature sensor 131, the joint angle sensor 132, a touch sensor 133, a force sensor 134, the power-source Management Department 135, and the communications control detecting element 136 are the functional modules for detecting a robot's 100 the external world or environment, and its change.

[0084] An attitude sensor 130 detects the posture over a robot's 100 road surface. Moreover, the joint angle sensor 132 is equivalent to the circular encoder arranged for every joint actuator. Moreover, a touch sensor 133 is equivalent to the touch-down check sensor 352,352 arranged by the foot. Moreover, a force sensor

134 is arranged by at least each part of a robot's 100 whole body, and detects contact with the obstruction of a user or the external world. The power-source Management Department 135 supervises the supply voltage of the de-battery which is a robot's 100 main power supply, a current, a power supply, etc. Moreover, the communications control detecting element 136 is constituted by CPU211 (or other data-processing circuits) which performs processing of the communication link interface 254, and a communication link command or data, and detects change of the external world by the communication link command or commo data, or an environment.

[0085] A robot's 100 environmental factor specified by these sensors is supplied to the autonomous action plan section 140 and the self-test section 129.

[0086] Based on change of the external environment based on the input data from the above-mentioned sensors etc., the autonomous action plan section 140 is determining the feeling model in the feeling model-condition machine 141, forms a robot's 100 action plan autonomously, and orders implementation of action to the control section 128 of operation. Moreover, the autonomous action plan section 140 can transmit the contents of the action plan to the information recording section 125. (It is indicated about the leg formula robot which it has a feeling instinct model resulting from actuation on the Japanese-Patent-Application-No. No. 341374 [ 11 to ] specifications already transferred to these people, and a feeling instinct model is changed in addition to them based on input, and controls actuation.)

[0087] The control section 128 of operation publishes operating commands, such as a rotation command and each rate command, to each joint actuator that action directed by the autonomous action plan section 140 should be realized. Consequently, a robot's 100 action planned or expected is realized. The rotation location of each joint actuator is measured by each joint angle sensor 132, and can perform feedback control.

[0088] Although the control section 128 of operation may generate dynamically the pattern of operation for realizing action ordered serially on real time, it may carry out easy [ of the trajectory plan of the main patterns of a walk or others of operation ] beforehand.

[0089] The self-test section 129 carries out the self-test of the situation of the robot 100 interior for the activation situation of the planned action, abnormalities, failure, a trouble, etc. based on the detection output of sensors, such as an attitude sensor 130, a temperature sensor 131, the joint angle sensor 132, a touch sensor 133, a force sensor 134, the power-source Management Department 135, and the communications control detecting element 136. Moreover, the self-test section 129 transmits a self-test result to the information recording section 125.

[0090] The information recording section 125 can acquire the following matters from each part.

(1) The activation situation of the action plan diagnosed in the action plan (4) self-test section 129 which the autonomous action plan section 140 determined according to the contents of a dialogue or the newest user command (3) feeling model managed at the authentication processing section 112 and/or the user authentication information (2) dialogue Management Department 124 from 114 [0091] And the information recording section 125 combines these data, makes them together with the current time further supplied from a clock 126, and is saved as "action hysteresis" or "experience information", i.e., an action log.

[0092] An action log is saved in un-volatilizing on the local memory or the local disk (not shown) of the information recording section 125. Or if the action log is stored in the store in which insert and remove are possible by cartridge-type like a memory stick, it can remove from a robot later and analysis processing of the action log can be carried out on an external computing system.

[0093] Moreover, when supporting the "dialogue drive" method with which the single robot 100 follows a dialogue with the user based on the input of voice, an image, etc., and forms an action plan, and the method of the both sides of an "autonomous drive" method which do not depend on a dialogue with a user but form an action plan autonomously of operation, you may make it an action plan record collectively the identification information of what is depended on any of a dialogue drive or an autonomous drive.

[0094] The "action hysteresis" or the "experience information" saved in the information recording section 125 can be retrieved using time information. Or a dialogue with the robot 100 through the speech recognition

section 115 etc. can draw out.

[0095] The data format of an action log is illustrated in drawing 7. As shown in this drawing, one log consists of the time-of-day field, user authentication information field, the contents field of a dialogue, the action plan field, the mode-of-operation field, and an action result and self-test result field.

[0096] The real time supplied from a clock 126 is written in the time-of-day field. Moreover, User Information attested by the fingerprint sensor 111 and the authentication processing section 112 or a visual sensor 113, and the authentication processing section 114 is written in user authentication information field. An authentication user may be the command issue origin on dialogue actuation. Moreover, the contents of a dialogue managed at the dialogue Management Department 124 are written in the contents field of a dialogue.

[0097] Moreover, the action plan formed by the action plan section 127 or the autonomous action plan section 140 is written in the action plan field. Moreover, the information which identifies whether the current robot's 100 action plan was determined by which method of a dialogue drive or an autonomous drive of operation is written in the mode-of-operation field.

[0098] Moreover, the implementation situation of operation computed based on the output of each joint angle sensor 132 and the self-test results (failure situation etc.) judged based on each other sensor outputs are written in an action result and self-test result field.

[0099] Please fully understand the point that a robot's 100 action, abnormalities, accident, the factor at the time of trouble generating, etc. can be presumed, by analyzing the action log containing data which were mentioned above.

[0100] The operating state which the robot 100 concerning this example can take is shown in drawing 8. As shown in this drawing, the robot 100 concerning this example can have the condition of calling it an active drive and a passive drive.

[0101] In a passive drive, the command interpreted uniquely is received from a user, and actuation is performed only as directed, and internal chorus singers whom a robot 100 has, such as thinking and feeling, do not function at all.

[0102] For example, the walk pattern accumulated beforehand is read to the user directions "walk", and the drive condition of realizing walk actuation is equivalent to a passive drive. In such a case, although a robot's 100 control function makes correction of the target orbit accompanying posture stability control, disturbance, etc., neither thinking nor feeling acts and the dialogue with a user is not materialized (or it is unnecessary).

[0103] Therefore, in the state of a passive drive, the inputted command is written in the contents field of a dialogue as it is among the action logs shown in drawing 7. Moreover, since robot 100 self does not form an action plan, as for the action plan field, a blank or a default is written in. Moreover, the identification information which shows that it is in a passive drive condition is written in the mode-of-operation field. Moreover, the implementation situation of operation computed based on the output of each joint angle sensor 132 and the self-test results (failure situation etc.) judged based on each other sensor outputs are written in an action result and self-test result field.

[0104] Moreover, in an active state, there is two kinds of operating state of the "dialogue drive" method which follows a dialogue with the user based on the input of voice, an image, etc., and forms an action plan, and the "autonomous drive" method which does not depend on a dialogue with a user but forms an action plan autonomously.

[0105] A robot 100 may be made to operate by either the dialogue drive method or the autonomous drive method, and may be switchable in between both drive methods in both directions or an one direction. For example, it may change to an autonomous drive method according to generating at predetermined events, such as elapsed time from the last user input or dialogue, or you may make it return to a dialogue drive method according to the next user input or generating of a dialogue.

[0106] The operating sequence of the robot 100 at the time of an active drive is typically shown in drawing



[0107] At the time of a dialogue drive, if a user input occurs, while recognizing this, it will interpret as a command and dialogue management will be carried out. Moreover, authentication processing of the user who has a dialog is carried out through a fingerprint sensor or a visual sensor. Furthermore, an action plan is formed based on the external environment by which the sensor input was carried out with the contents of a dialogue, and the pattern of operation corresponding to action is performed. The activation situation of a pattern of operation is acquired by the sensor input.

[0108] Therefore, in the state of a dialogue drive, the authentication information about the user who performs a dialogue with a robot 100 is written in user authentication information field among the action logs shown in drawing 7. Moreover, the contents of a dialogue materialized among users are written in the contents field of a dialogue. Moreover, the action plan which the robot 100 determined according to change of the contents of a dialogue or an external environment is written in the action plan field. Moreover, the identification information which shows that it is in a dialogue drive condition is written in the mode-of-operation field. Moreover, the implementation situation of operation computed based on the output of each joint angle sensor 132 and the self-test results (failure situation etc.) judged based on each other sensor outputs are written in an action result and self-test result field.

[0109] On the other hand, at the time of an autonomous drive, the user input has stopped, a user input is not received, therefore the dialogue with a user is not materialized. In such a case, a robot 100 does not depend on a dialogue with a user, but forms an action plan autonomously based on change and the feeling model of an external environment by which a sensor input is carried out. And the pattern of operation corresponding to action is performed, and the activation situation of a pattern of operation is acquired by the sensor input. At the time of an autonomous drive, since the user who is on the outskirts is not command issue origin, even if he performs user authentication, he does not need to carry out.

[0110] or [ therefore, that the authentication information of the user who is on the outskirts is written in user authentication information field among the action logs shown drawing 7 in the state of an autonomous drive ] -- or they are a blank or a default. Moreover, the inputted command is written in the contents field of a dialogue as it is. Moreover, the action plan which the robot 100 determined according to change of a feeling model or an external environment is written in the action plan field. Moreover, the identification information which shows that it is in an autonomous drive condition is written in the mode-of-operation field. Moreover, the implementation situation of operation computed based on the output of each joint angle sensor 132 and the self-test results (failure situation etc.) judged based on each other sensor outputs are written in an action result and self-test result field.

[0111] Even if you are in which drive condition which a robot 100 shows to drawing 8 by analyzing the action log containing data which were mentioned above, please fully understand the point that a robot's 100 action, abnormalities, accident, the factor at the time of trouble generating, etc. can be presumed.

[0112] It has explained in detail about this invention, referring to a specific example more than [addenda]. However, it is obvious that this contractor can accomplish correction and substitution of this example in the range which does not deviate from the summary of this invention. That is, with the gestalt of instantiation, this invention has been indicated and it should not be interpreted restrictively. In order to judge the summary of this invention, the column of the claim indicated at the beginning should be taken into consideration.

[0113]

[Effect of the Invention] As a full account was given above, according to this invention, the great action plan mold robot which follows a dialogue with the user based on the input of voice, an image, etc., an action plan can be formed, or cannot depend on a user input but can form an action plan autonomously can be offered.

[0114] Moreover, according to this invention, abnormalities and failure can be generated during the period which performs "a dialogue drive" or "an autonomous drive", or even if it is the case where it is involved in a trouble, the great action plan mold robot which can study the cause can be offered.

[0115] The robot concerning this invention can attest the user who gives a robot a command. Or the description information on a user's face which cannot be attested, or voice or other living bodies is extracted.

Furthermore, it records combining the contents of the command given by the user, and the activation time of day of action or action which the robot took according to the command. In addition, a robot's internal state and sensor input may be recorded collectively. Therefore, a user can study the cause of the abnormalities and failure which took place to the robot, and a trouble by analyzing the contents of record.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a \*\*\*\* Fig. about signs that the leg formula mobile robot 100 with which operation of this invention is presented was viewed from the front.

[Drawing 2] It is a \*\*\*\* Fig. about signs that the leg formula mobile robot 100 with which operation of this invention is presented was viewed from back.

[Drawing 3] It is drawing having shown typically the degree-of-freedom configuration model which the leg formula mobile robot 100 concerning this example possesses.

[Drawing 4] It is drawing having shown typically the control-system configuration of the leg formula mobile robot 100 concerning this example.

[Drawing 5] It is drawing having shown typically an example of the functional-block configuration which records action record or experience information in the leg formula mobile robot 100 concerning this example.

[Drawing 6] It is drawing having shown typically other examples of the functional-block configuration which records action record or experience information in the leg formula mobile robot 100 concerning this example.

[Drawing 7] It is drawing having shown the example of a data format of an action log.

[Drawing 8] It is drawing having shown the operating state which the robot 100 concerning this example can take.

[Drawing 9] It is drawing having shown typically the operating sequence of the robot 100 at the time of an active drive.

### [Description of Notations]

- 1 -- A head, 2 -- Neck joint yawing axis
- 3 -- A neck joint pitching axis, 4 -- Neck joint roll axes
- 5 -- A truncus pitching axis, 6 -- Truncus roll axes
- 7 -- A truncus yawing axis, 8 -- Shoulder-joint pitching axis
- 9 -- Shoulder-joint roll axes, 10 -- Overarm yawing axis
- 11 -- An elbow-joint pitching axis, 12 -- Forearm yawing axis
- 13 -- A wrist joint pitching axis, 14 -- Wrist joint roll axes
- 15 -- A hand part, 16 -- Hip joint yawing axis
- 17 -- A hip joint pitching axis, 18 -- Hip joint roll axes
- 19 -- A knee-joint pitching axis, 20 -- Ankle joint pitching axis
- 21 -- Ankle joint roll axes, 22 -- Foot (vola)
- 100 -- Leg formula mobile robot
- 200 -- Thinking control module
- 201 -- Bus interface
- 211 -- CPU, 212 -- RAM, 213 -- ROM
- 214 -- External storage
- 251 -- Picture input device (CCD camera)
- 252 -- Audio input unit (microphone)
- 253 -- Audio output device (loudspeaker)

254 -- Communication link interface  
300 -- Movement control module  
301 -- Bus interface  
311 -- CPU, 312 -- RAM, 313 -- ROM  
314 -- External storage 351 -- Attitude sensor  
352,353 -- Touch-down check sensor  
354 -- Power control

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] The action plan section which is the control device of the robot of a type which consists of two or more joint actuators, and operates according to an action plan, and forms said robot's action plan, The control section of operation which realizes the pattern of operation corresponding to the action plan determined by said action plan section by the drive of each joint actuator, The control unit of the robot characterized by providing the detecting element which detects the implementation situation of operation by said control section of operation, and the action plan by said action plan section and the Records Department which records a log including the implementation situation of operation by said detecting element.

[Claim 2] Furthermore, it is the control unit of the robot according to claim 1 characterized by said Records Department taking the log of the contents of a dialogue while said action plan section forms an action plan according to the contents of a dialogue in said dialogue Management Department including the user input section which receives the command or data from a user, and the dialogue Management Department which manages a dialogue with the user based on the user input command or data through said user input section.

[Claim 3] Furthermore, said Records Department is the control unit of the robot according to claim 1 characterized by taking the log of a self-test result including the self-test section which diagnoses said robot's each part.

[Claim 4] Furthermore, said Records Department is the control unit of the robot according to claim 1 characterized by taking the log of a user authentication result including the user authentication section which carries out authentication processing of the user who is around said robot.

[Claim 5] Said action plan section is the control unit of the robot according to claim 1 characterized by forming an action plan based on the feeling model determined according to external change etc.

[Claim 6] Said action plan section is the control unit of the robot according to claim 1 characterized by taking the log of a method [ in / it can operate with the 2nd method of operation which forms an action plan based on the feeling model determined according to the 1st method of operation which forms an action plan based on a dialogue with a user, or external change, and / in said Records Department / the action plan section ] of operation.

[Claim 7] The action plan step which is the control approach of the robot of a type which consists of two or more joint actuators, and operates according to an action plan, and forms said robot's action plan, The motion-control step which realizes the pattern of operation corresponding to the action plan determined by said action plan step by the drive of each joint actuator, The control approach of the robot characterized by providing the detection step which detects the implementation situation of operation by said motion-control step, and the action plan by said action plan step and the record step which records a log including the implementation situation of operation by said detection step.

[Claim 8] Furthermore, the control approach of the robot according to claim 7 characterized by to take the log of the contents of a dialogue at said record step while forming an action plan at said action plan step according to the contents of a dialogue in said dialogue Management Department including the user input step which receives the command or the data from a user, and the dialogue management step which manages

a dialogue with the user based on the user input command or the data based on said user input step.

[Claim 9] Furthermore, the control approach of the robot according to claim 7 characterized by taking the log of a self-test result at said record step including the self-test step which diagnoses said robot's each part.

[Claim 10] Furthermore, the control approach of the robot according to claim 7 characterized by taking the log of a user authentication result at said record step including the user authentication step which carries out authentication processing of the user who is around said robot.

[Claim 11] The control approach of the robot according to claim 7 characterized by forming an action plan at said action plan step based on the feeling model determined according to external change etc.

[Claim 12] The control approach of the robot according to claim 7 characterized by being able to operate with the 2nd method of operation which forms an action plan based on the feeling model determined at said action plan step according to the 1st method of operation which forms an action plan based on a dialogue with a user, or external change, and taking the log of the method of operation in an action plan step at said record step.

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-277163

(P2001-277163A)

(43) 公開日 平成13年10月9日 (2001.10.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)	
B 2 5 J	9/22	B 2 5 J	9/22	Z 3 F 0 5 9
	5/00		5/00	F 5 H 0 0 4
	13/00		13/00	Z 5 H 2 6 9
G 0 5 B	13/02	G 0 5 B	13/02	M 9 A 0 0 1
	19/4155		19/4155	V
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 16 頁) 最終頁に続く				

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-100795 (P2000-100795)

(22) 出願日 平成12年4月3日 (2000.4.3)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号

(72) 発明者 黒木 義博

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 石田 健彦

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100101801

弁理士 山田 英治 (外 2 名)

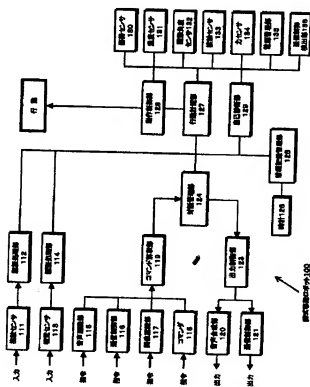
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットの制御装置及び制御方法

(57) 【要約】

【課題】 「対話駆動」又は「自律駆動」を行う期間中に異常や故障が発生したりトラブルに巻き込まれた場合であってもその原因を究明することができる。

【解決手段】 ロボットに指令を与えるユーザを認証することができる。あるいは認証できないユーザの顔や声あるいはその他の生体上の特徴情報を抽出する。さらに、ユーザから与えられた指令の内容と、ロボットが指令に応じて取った行動や行動の実行時刻とを組み合わせで記録する。その他、ロボットの内部状態やセンサ入力情報を併せて記録してもよい。後日、記録内容を解析することによって、ロボットに起こった異常や故障、トラブルの原因を究明することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数の関節アクチュエータで構成され、行動計画に従って動作するタイプのロボットの制御装置であって、

前記ロボットの行動計画を立てる行動計画部と、前記行動計画部により決定された行動計画に対応する動作パターンを各関節アクチュエータの駆動により実現する動作制御部と、

前記動作制御部による動作実現状況を検出する検出部と、

前記行動計画部による行動計画と前記検出部による動作実現状況を含むログを記録する記録部と、を具備することを特徴とするロボットの制御装置。

【請求項 2】さらに、ユーザからのコマンド又はデータを受容するユーザ入力部と、前記ユーザ入力部を介したユーザ入力コマンド又はデータに基づくユーザとの対話を管理する対話管理部とを含み、

前記行動計画部は、前記対話管理部における対話内容に従って行動計画を立てるとともに、前記記録部は対話内容のログをとることを特徴とする請求項 1 に記載のロボットの制御装置。

【請求項 3】さらに、前記ロボットの各部を診断する自己診断部を含み、

前記記録部は自己診断結果のログをとることを特徴とする請求項 1 に記載のロボットの制御装置。

【請求項 4】さらに、前記ロボット周辺に居るユーザを認証処理するユーザ認証部を含み、前記記録部はユーザ認証結果のログをとることを特徴とする請求項 1 に記載のロボットの制御装置。

【請求項 5】前記行動計画部は、外的変化などに応じて決定される感情モデルに基づいて行動計画を立てることを特徴とする請求項 1 に記載のロボットの制御装置。

【請求項 6】前記行動計画部は、ユーザとの対話に基づいて行動計画を立てる第 1 の動作方式、又は、外的変化などに応じて決定される感情モデルに基づいて行動計画を立てる第 2 の動作方式によって動作可能であり、前記記録部は行動計画部における動作方式のログをとることを特徴とする請求項 1 に記載のロボットの制御装置。

【請求項 7】複数の関節アクチュエータで構成され、行動計画に従って動作するタイプのロボットの制御方法であって、

前記ロボットの行動計画を立てる行動計画ステップと、前記行動計画ステップにより決定された行動計画に対応する動作パターンを各関節アクチュエータの駆動により実現する動作制御ステップと、

前記動作制御ステップによる動作実現状況を検出する検出ステップと、

前記行動計画ステップによる行動計画と前記検出ステップによる動作実現状況を含むログを記録する記録ステッ

プと、を具備することを特徴とするロボットの制御方法。

【請求項 8】さらに、ユーザからのコマンド又はデータを受容するユーザ入力ステップと、前記ユーザ入力ステップによるユーザ入力コマンド又はデータに基づくユーザとの対話を管理する対話管理ステップとを含み、前記行動計画ステップでは、前記対話管理部における対話内容に従って行動計画を立てるとともに、前記記録ステップでは対話内容のログをとることを特徴とする請求項 7 に記載のロボットの制御方法。

【請求項 9】さらに、前記ロボットの各部を診断する自己診断ステップを含み、

前記記録ステップでは自己診断結果のログをとることを特徴とする請求項 7 に記載のロボットの制御方法。

【請求項 10】さらに、前記ロボット周辺に居るユーザを認証処理するユーザ認証ステップを含み、前記記録ステップではユーザ認証結果のログをとることを特徴とする請求項 7 に記載のロボットの制御方法。

【請求項 11】前記行動計画ステップでは、外的変化などに応じて決定される感情モデルに基づいて行動計画を立てることを特徴とする請求項 7 に記載のロボットの制御方法。

【請求項 12】前記行動計画ステップでは、ユーザとの対話に基づいて行動計画を立てる第 1 の動作方式、又は、外的変化などに応じて決定される感情モデルに基づいて行動計画を立てる第 2 の動作方式によって動作可能であり、前記記録ステップでは行動計画ステップにおける動作方式のログをとることを特徴とする請求項 7 に記載のロボットの制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、行動計画に従って動作するロボットに係り、特に、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話によって行動計画を立てたり、ユーザ入力に頼らず自律的に行動計画を立てたりする行動計画型ロボットに関する。

【0002】更に詳しくは、本発明は、「対話駆動」又は「自律駆動」を行う期間中に異常や故障を発生したりトラブルに巻き込まれた場合であってもその原因を究明することができる行動計画型ロボットに関する。

【0003】

【従来の技術】電氣的若しくは磁氣的な作用を用いて人間の動作に似せた運動を行う機械装置のことを「ロボット」という。ロボットの語源は、スラブ語の「ROBOT A (奴隷機械)」に由来すると言われている。わが国では、ロボットが普及し始めたのは 1960 年代末からであるが、その多くは、工場における生産作業の自動化・無人化などを目的としたマニピュレータや搬送ロボットなどの産業用ロボット (industrial robot) であった。

【0004】アーム式ロボットのように、ある特定の場所に植設して用いるような据置きタイプのロボットは、部品の組立・選別作業など固定的・局所的な作業空間でのみ活動する。これに対し、移動式のロボットは、作業空間は非限定的であり、所定の経路上または無経路上を自在に移動して、所定の若しくは任意の人的作業を代行したり、ヒトやイヌあるいはその他の生命体に置き換わる種々の幅広いサービスを提供することができる。なかでも脚式の移動ロボットは、クローラ式やタイヤ式のロボットに比し不安定で姿勢制御や歩行制御が難しくなるが、階段や梯子の昇降や障害物の乗り越えや、整地・不整地の区別を問わない柔軟な歩行・走行動作を実現できるという点で優れている。

【0005】最近では、イヌやネコのように4足歩行の動物の身体メカニズムやその動作を模したペット型ロボット、あるいは、ヒトのような2足直立歩行を行う動物の身体メカニズムや動作をモデルにしてデザインされた「人間形」若しくは「人間型」のロボット(humanoid robot)など、脚式移動ロボットに関する研究開発が進展し、実用化への期待も高まってきている。

【0006】脚式移動ロボットの用途の1つとして、産業活動・生産活動等における各種の難作業の代行が挙げられる。例えば、原子力発電プラントや火力発電プラント、石油化学プラントにおけるメンテナンス作業、製造工場における部品の搬送・組立作業、高層ビルにおける清掃、火災現場その他における救助といったような危険作業・難作業の代行などである。

【0007】また、脚式移動ロボットの他の用途として、上述の作業支援というよりも、生活密着型、すなわち人間との「共生」という用途が挙げられる。この種のロボットは、ヒトあるいはイヌ(ペット)などの比較的高知性の高い脚式歩行動物の動作メカニズムや感情表現をエミュレートする。また、予め入力された動作パターンを単に忠実に実行するだけではなく、相手の言葉や態度(「寝る」とか「叱る」、「叩く」など)に呼応した、生き生きとした動作表現を実現することも要求される。

【0008】従来の玩具機械は、ユーザ操作と応答動作との関係が固定的であり、玩具の動作をユーザの好みに合わせて変更することはできない。この結果、ユーザは同じ動作しか繰り返さない玩具をやがては飽きてしまうことになる。

【0009】これに対し、知的なロボットは、自律的な思考及び動作制御を行うとともに、動作生成の時系列モデルに従って知的な動作を実行する。また、ロボットが画像入力装置や音声入出力装置を装備し、画像処理や音声処理を行うことにより、より高度な知的レベルで人間とのリアリスティックなコミュニケーションを実現することも可能となる。この際、ユーザ操作などの外部からの刺激を検出したことに応答してこの時系列モデルを変

更する、すなわち「学習効果」を付与することによって、ユーザにとって飽きない又は好みに適応した動作パターンを提供することができ。また、ユーザは、一種の育成シミュレーションをゲーム感覚で楽しむことができる。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】産業上の特定用途向けロボットの場合、ユーザ又はオペレータからはほとんど一義的に解釈可能なコマンドを入力して実行すればよい。これは、情報処理機器がファイルのコピーや削除、ファイル・オープンなど一義的なコマンドをコンソール入力されたことに応答して、その通りに動作することに類似する。

【0011】これに対し、共生型若しくはエンターテインメント型のロボットの場合、上述のように、ユーザからの明示的又は限定的なコマンドのみならず、音声や画像などの比較的抽象度の高い入力データに基づいて動作する「対話駆動」を行ったり、さらにはユーザからのコマンドや対話に頼ることなく(すなわちユーザから独立して)ロボット自身が立てた行動計画に従って動作する「自律駆動」を行うことができる。

【0012】しかしながら、抽象的なユーザ入力を解釈したり、ロボット独自の思考制御を許容したり、動作上の自由度や機能が高度化する分、故障やトラブルを引き起こしたときにはその原因究明が一層困難になる。

【0013】一般の機械装置の場合、入力コマンドに対する装置側の応答はほぼ1対1に対応するので、どのコマンドを入力又は実行したときに装置に異常が発生したかを容易に特定することができる。

【0014】これに対し、上述のような「対話駆動」又は「自律駆動」を行うタイプのロボットの場合、ユーザ入力や外部事象に対するロボット上での解釈に幅があるため、異常や故障の原因が何に起因するかの判定が難しくなる。さらに脚式移動ロボットであれば、任意の作業空間を無経路的に歩き回ることで、ユーザが常時監視することはできない。したがって、ユーザの監視外に置かれた状況下で、何らかの故障が発生したりトラブルや事故又は事件等に巻き込まれたとしても、ユーザはそのときロボットに何が起こったのかを究明することは極めて難しくなるであろう。

【0015】本発明の目的は、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話によって行動計画を立てたり、ユーザ入力に頼らず自律的に行動計画を立てたりすることができる、優れた行動計画型ロボットを提供することにある。

【0016】本発明の更なる目的は、対話駆動)又は「自律駆動」を行う期間中に異常や故障が発生したりトラブルに巻き込まれた場合であってもその原因を究明することができる、優れた行動計画型ロボットを提供することにある。

## 【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を参照してなされたものであり、複数の関節アクチュエータで構成され、行動計画に従って動作するタイプのロボットの制御装置又は方法であって、前記ロボットの行動計画を立てる行動計画部又はステップと、前記行動計画部又はステップにより決定された行動計画に対応する動作パターンを各関節アクチュエータの駆動により実現する動作制御部又はステップと、前記動作制御部又はステップによる動作実現状況を検出する検出部又はステップと、前記行動計画部又はステップによる行動計画と前記検出部又はステップによる動作実現状況を含むログを記録する記録部又はステップと、を具備することと特徴とするロボットの制御装置又は方法である。

【0018】本発明に係るロボットの制御装置又は方法は、さらに、ユーザからのコマンド又はデータを受容するユーザ入力部又はステップと、前記ユーザ入力部又はステップを介したユーザ入力コマンド又はデータに基づくユーザとの対話を管理する対話管理部又はステップを含んでもよい。このような場合、前記行動計画部又はステップは、前記対話管理部又はステップにおける対話内容に従って行動計画を立てることができ、また、前記記録部又はステップは対話内容のログをとることができる。

【0019】また、前記ロボットの各部を診断する自己診断部又はステップをさらに含んでもよい。このような場合、前記記録部又はステップは自己診断結果のログをとることができる。

【0020】また、前記ロボット周辺に居るユーザを認証処理するユーザ認証部をさらに含んでもよい。このような場合、前記記録部又はステップはユーザ認証結果のログをとることができる。

【0021】また、前記行動計画部又はステップは、ユーザとの対話に基づいて行動計画を立てる第1の動作方式、又は、外的変化などに応じて決定される感情モデルに基づいて行動計画を立てる第2の動作方式によって動作可能であってもよい。このような場合、前記記録部又はステップは行動計画部又はステップにおける動作方式のログをとることができる。

## 【0022】

【作用】本発明に係るロボットは、脚式移動ロボットのように、任意の作業空間を無経路的に探索することができる。この作業空間は、人間の住空間と共有することができる。また、本発明に係るロボットは、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話によって行動計画を立てたり、さらには、ユーザ入力に頼らず自律的に行動計画を立てたりすることができる。

【0023】ロボットに指令を与えるユーザを認証することができる。あるいは認証できないユーザの顔や声あるいはその他の生体上の特徴情報を抽出する。さらに、

ユーザから与えられた指令の内容と、ロボットが指令に応じて取った行動や行動の実行時刻とを組み合わせて、一種のログとして記録しておく。その他、ロボットの内部状態やセンサ入力情報を併せて記録してもよい。

【0024】後日、ログの内容を解析することによって、ロボットに起こった異常や故障、トラブルの原因を究明することができる。

【0025】また、異常時、故障時、トラブル時でなくとも、ロボットが「何処で誰と何をしていたのか」など、ロボットの行動の履歴を調べることができる。あるいは、行動の履歴を経験情報として管理して、「何処で誰と何をしていたのか」という情報をユーザとロボットとの対話の中から引き出せるように構成することができる。このようなロボットは、エンターテインメント指向が高く、また、ユーザは一種の育成シミュレーションをゲーム感覚で楽しむことができる。

【0026】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

## 【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施例を詳解する。

【0028】図1及び図2には、本発明の実施に供される脚式移動ロボット100が直立している様子を前方及び後方の各々から眺望した様子を示している。この脚式移動ロボット100は、「人間形」又は「人間型」と呼ばれるタイプであり、後述するように、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話によって行動計画を立てたり、ユーザ入力に頼らず（すなわち、ユーザから独立して）ロボット100が自律的に行動計画を立てたりすることができる。脚式移動ロボット100は、脚式移動を行う左右2足の下肢と、体幹部と、左右の上肢と、頭部とで構成される。

【0029】左右各々の下肢は、大腿部と、膝関節と、腰部と、足首と、足平とで構成され、股関節によって体幹部の略最下端にて連結されている。また、左右各々の上肢は、上腕と、肘関節と、前腕とで構成され、肩関節によって体幹部上方の左右各側縁にて連結されている。また、頭部は、首関節によって体幹部の略最上端中央に連結されている。

【0030】体幹部ユニット内には、図1及び図2上では見えていない制御部が配備されている。この制御部は、脚式移動ロボット100を構成する各関節アクチュエータの駆動制御や各センサ（後述）などからの外部入力を処理するコントローラ（主制御部）、電源回路その他の周辺機器類を搭載した筐体である。制御部は、その他、遠隔操作用の通信インターフェースや通信装置を含んでもよい。

【0031】図3には、本実施例に係る脚式移動ロボット100が具備する関節自由度構成を模式的に示してい



る。図示の通り、脚式移動ロボット100は、2本の腕部と頭部1を含む上体と、移動動作を実現する2本の脚部からなる下股と、上肢と下肢とを連結する体幹部とで構成される。

【0032】頭部1を支持する首関節は、首関節ヨー軸2と、首関節ピッチ軸3と、首関節ロール軸4という3自由度を有している。

【0033】また、各腕部は、肩関節ピッチ軸8と、肩関節ロール軸9と、上腕ヨー軸10と、肘関節ピッチ軸11と、前腕ヨー軸12と、手首関節ピッチ軸13と、手首関節ロール軸14と、手部15とで構成される。手部15は、実際には、複数本の指を含む多関節・多自由度構造体である。但し、手部15の動作自体は、ロボット100の姿勢安定制御や歩行動作制御に対する寄与や影響が少ないので、本明細書では軸1自由度と仮定する。したがって、左右の各腕部は7自由度を有するとする。

【0034】また、体幹部は、体幹ピッチ軸5と、体幹ロール軸6と、体幹ヨー軸7という3自由度を有する。

【0035】また、下肢を構成する左右各々の脚部は、股関節ヨー軸16と、股関節ピッチ軸17と、股関節ロール軸18と、膝関節ピッチ軸19と、足首関節ピッチ軸20と、関節ロール軸21と、足部（足底又は足平）22とで構成される。人体の足部（足底）22は、実際には多関節・多自由度の足底を含んだ構造体であるが、本実施例に係る脚式移動ロボット100の足底はゼロ自由度とする。したがって、左右の各脚部は6自由度で構成される。

【0036】以上を総括すれば、本実施例に係る脚式移動ロボット100全体としては、合計で $3+7\times 2+3+6\times 2=32$ 自由度を有することになる。但し、脚式移動ロボット100が必ずしも32自由度に限定される訳ではない。設計・製作上の制約条件や要求仕様等に依りて、自由度すなわち関節数を適宜増減することができることは言うまでもない。

【0037】脚式移動ロボット100が持つ上述の各関節自由度は、実際にはアクチュエータによる能動的な動作として実現される。装置の外観上で余分な膨らみを排してヒトの自然体形状に近似させることや、2足歩行という不安定構造体に対して姿勢制御を行うことなどの種々の要請から、関節アクチュエータは小型且つ軽量であることが好ましい。本実施例では、ギア直結型で且つサーボ制御系をワンチップ化してモータ・ユニットに内蔵したタイプの小型ACサーボ・アクチュエータを搭載することとした。なお、脚式ロボットに適向可能な小型ACサーボ・アクチュエータに関しては、例えば本出願人に既に譲渡されている特願平11-33386号明細書に開示されている。

【0038】図4には、本実施例に係る脚式移動ロボット100の制御システム構成を模式的に示している。同

図に示すように、該システムは、ユーザ入力などに動的に反応して情緒判断や感情表現を司る思考制御モジュール200と、関節アクチュエータの駆動などロボットの全身協調運動を制御する運動制御モジュール300とで構成される。

【0039】思考制御モジュール200は、情緒判断や感情表現に関する演算処理を実行するCPU（Central Processing Unit）211や、RAM（Random Access Memory）212、ROM（Read Only Memory）213、及び、外部記憶装置（ハード・ディスク・ドライブなど）214で構成される、自己完結処理を行うことができる独立した情報処理装置である。

【0040】思考制御モジュール200には、CCD（Charge Coupled Device）カメラなどの画像入力装置251や、マイクなどの音声入力装置252、スピーカなどの音声出力装置253、LAN（Local Area Network）：図示しない）などを経由してロボット100外のシステムとデータ交換を行う通信インターフェース254など各種の装置が、バス・インターフェース201経由で接続されている。

【0041】思考制御モジュール200では、画像入力装置251から入力される視覚データや音声入力装置252から入力される聴覚データなど、外界からの刺激などに従って、脚式移動ロボット100の現在の感情や意思を決定する。さらに、意思決定に基づいた振舞い又は行動、すなわち四肢の運動を実行するように、運動制御モジュール300に対して指令を発行する。

【0042】一方の運動制御モジュール300は、ロボット100の全身協調運動を制御するCPU（Central Processing Unit）311や、RAM（Random Access Memory）312、ROM（Read Only Memory）313、及び、外部記憶装置（ハード・ディスク・ドライブなど）314で構成される、自己完結処理を行うことができる独立した情報処理装置である。外部記憶装置314には、例えば、オフラインで算出された歩行パターンやZMP目標軌道、その他の行動計画を蓄積することができる（「ZMP」とは、歩行中の床反力によるモーメントがゼロとなる床面上の点のことであり、また、「ZMP軌道」とは、例えばロボット100の歩行動作期間中などにZMPが動く軌道を意味する）。

【0043】運動制御モジュール300には、ロボット100の全身に分散するそれぞれの関節自由度を実現する関節アクチュエータ（図3を参照のこと）、体幹部の姿勢や傾斜を計測する姿勢センサ351、左右の足底の離床又は着床を検出する接地確認センサ352及び353、バッテリーなどの電源を管理する電源制御装置などの各種の装置が、バス・インターフェース301経由で接続されている。

【0044】運動制御モジュール300では、思考制御モジュール200から指示された行動を体現すべく、各

関節アクチュエータによる全身協調運動を制御する。すなわち、CPU311は、思考制御モジュール200から指示された行動に応じた動作パターンを外部記憶装置314から取り出し、又は、内部的に動作パターンを生成する。そして、CPU311は、指定された動作パターンに従って、足部運動、ZMP (Zero Moment Point) 軌道、体幹運動、上肢運動、腰部水平位置及び高さなどを設定するとともに、これらの設定内容に従った動作を指示する指令値を各関節アクチュエータに転送する。

【0045】また、CPU311は、姿勢センサ351の出力信号によりロボット100の体幹部分の姿勢や傾きを検出するとともに、各接点確認センサ352及び353の出力信号により各可動脚が遊脚又は立脚のいずれの状態であるかを検出することによって、脚式移動ロボット100の全身協調運動を適応的に制御することができる。

【0046】さらに、運動制御モジュール300は、思考制御モジュール200において決定された意思通りの行動がどの程度体现されたか、すなわち処理の状況を、思考制御モジュール200に返すようになっている。

【0047】思考制御モジュール200と運動制御モジュール300は、共通のプラットフォーム上で構築され、両者間はバス・インターフェース201及び301を介して相互接続されている。

【0048】本実施例に係る脚式移動ロボット100は、ユーザから与えられた指令の内容と、ロボットが指令に応じて取った行動や行動の実行時刻とを組み合わせて記録するようになっている。したがって、ユーザは、後日、記録内容を解析することによって、ロボットに起こった異常や故障、トラブルの原因を究明することができる。また、異常時、故障時、トラブル時でなくても、ロボットが「何処で誰と何をしていたのか」など、ロボットの行動の履歴を調べることができる。以下では、本発明におけるロボットの行動履歴又は経験情報の記録管理処理について説明する。

【0049】図5には、脚式移動ロボット100において行動記録又は経験情報の記録処理を実現するための機能ブロック構成の一例を図解している。同図に示すロボット100は、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話に追従して行動計画を立てる「対話駆動」方式の動作を行うことができる。

【0050】脚式移動ロボット100は、ユーザ認証のために、指紋センサ111又は視覚センサ113のうち少なくとも一方を利用する。

【0051】視覚センサ113は、例えば、頭部に搭載されたCCD (Charge Coupled Device: 電荷結合素子) カメラなどの画像入力装置251を兼用することができる。この場合、1以上の登録ユーザの顔画像、あるいはユーザの身体上の他の部位を映した画像、又は画像

から抽出された特徴情報をあらかじめ保管しておく。そして、認証処理部114は、視覚センサ113から入力された顔画像等を画像処理するとともに、あらかじめ登録された顔画像等又はその特徴情報と比較照合することにより、正規ユーザか否かを認証処理する。

【0052】また、指紋センサ111は、図1～図4には特に図示しないが、例えば頭部や肩部などユーザが指先を置きやすい部位に指紋読取ヘッドを配設しておく。そして、1以上の登録ユーザの指紋を認証情報としてあらかじめ保管しておく。そして、認証処理部112は、指紋センサ111から入力された指紋情報を画像処理・特徴抽出処理などとともに、あらかじめ登録された指紋と比較照合することにより、正規ユーザか否かを認証処理する。なお、特開平3-18980号には、基準となる指紋の画像データを保持する基準画像メモリと、認証対象となる指紋の画像を入力する画像入力装置とを備え、両画像を重ね合わせて一致度を見ることで指紋照合を行うタイプの指紋照合装置について開示されている。

【0053】指紋センサ111及び認証処理部112は、指紋照合を明示的に要求したユーザに対してより正確な認証処理を行うことができる。他方、視覚センサ113及び認証処理部114は、特にユーザが要求しない場合であっても、カメラでユーザの姿を追跡して、ユーザが無意識のうちに認証処理を行うこともできる。また、認証処理部112及び114は、ユーザの認証結果を情報記録管理部125に転送することができる。

【0054】本実施例に係る脚式移動ロボット100は、ユーザがコマンドやデータを入力するために、音声認識部115、通信制御部116、画像認識部117、コマンド118という4通りの手段を提供している。

【0055】音声認識部115は、マイクなどの音声入力部252と、音声認識処理可能なCPU211 (又はその他の演算処理回路) によって構成される。ユーザは、「走れ」、「〇△を運べ」、「急げ」などの自然言語形式又は抽象的なコマンドを音声で入力することができる。音声認識部115はユーザの音声認識し、さらにコマンド解釈部119は音声認識結果に基づいてロボット100に対するコマンドを解釈・解析する。

【0056】また、通信制御部116は、通信インターフェース254と、通信インターフェース254経由で交換するコマンド又はデータの処理を行うCPU211 (又はその他の演算処理回路) によって構成される。通信インターフェース254は、bluetoothやその他の無線データ通信網経由で外部の情報端末 (例えばパーソナルコンピュータなど、図示しない) と相互接続している。ユーザは、このような情報端末上で、ロボットなどの自動化機械が一義的に解釈可能な形式のコマンド、あるいはそれよりも抽象的な形式のコマンドを、コンソール入力して、ロボット100側へ転送すること

ができる。通信制御部116において受信処理されたユーザ・コマンドは、コマンド解釈部119において解釈された後、対話管理部124に転送される。

【0057】画像認識部117は、CCDカメラなどの画像入力部251と、画像認識処理可能なCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成される。ユーザは、身振りや手振り、ジェスチャなどでコマンドを入力することができる。画像認識部117は画像認識し、さらにコマンド解釈部119は認識結果に基づいてコマンドとして理解・解析する。あるいは、ジェスチャではなく、コマンドに対して一義的に割り当てられたサイバークードなどの視認情報を画像入力することによって、コマンドを入力するようにしてもよい。

【0058】コマダ118は、図1～図4には特に図示しないが、脚式移動ロボット100の背中や腹部などに搭載された、キーボタン操作可能なユーザ入力装置、あるいは、リモート・コントローラ（図示しない）として構成される。ユーザは、ロボットなどの自動機械が一義的に解釈可能な形式のコマンド、あるいはそれよりも抽象的な形式のコマンドを、コマダ118上で打ち込めることができる。コマダ118上で入力されたユーザ・コマンドは、コマンド解釈部119において解釈された後、対話管理部124に転送される。

【0059】対話管理部124は、コマンド解釈部119経由で受け取った各種形式のコマンドを、時系列的に管理することで、ユーザとの対話のコンテキストを理解するとともに対話コンテキストの維持を図る。本実施例では、対話管理部124は、ユーザとの対話内容を情報記録管理部125に転送することができる。また、対話管理部124は、ユーザ入力に応じた返事を音声合成部120で生成した後スピーカで外部に音声出力したり、通信制御部121経由で外部計算機システム（例えばユーザ端末）上にコントロール出力（又はGUIを利用した画像出力）を行うことができる。

【0060】音声合成部120は、スピーカなどの音声出力装置253と、音声合成処理可能なCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成される。また、通信制御部121は、通信インターフェース254と、通信インターフェース254経由で交換されるコマンド又はデータの処理を行うCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成される。

【0061】姿勢センサ130、温度センサ131、関節角度センサ132、接触センサ133、カセンサ134、電源管理部135、及び、通信制御検出部136は、ロボット100の外界又は環境やその変化、動作実行状況を検出するための機能モジュールである。

【0062】姿勢センサ130は、図4中の参照番号354に相当し、ロボット100の路面に対する姿勢を検出することができる。また、関節角度センサ132は、各関節アクチュエータ（図3を参照のこと）毎に設けさ

れた回転エンコーダに相当する。また、接触センサ133は、足部に設けられた接地確認センサ352、353に相当する。また、カセンサ134は、図1～図4には図示しないが、ロボット100の全身の各部位に設けられており、ユーザあるいは外界の障害物との接触を検出するようにしている（例えば、本出願人に既に譲渡されている特願平11-366175号明細書には、外装部品の形式でロボット100の全身各部に搭載することができるセンサ・モジュールについて開示されている）。

【0063】電源管理部135は、図4中の参照番号354に相当し、ロボット100の主電源であるバッテリーの電源電圧、電流、電源容量などを監視するようになっている。また、通信制御検出部136は、通信インターフェース254と、通信インターフェース254経由で交換されるコマンド又はデータの処理を行うCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成され、通信コマンド又は通信データによる外界又は環境の変化を検出するようにしている。

【0064】これらセンサ類で規定されるロボット100の環境要因は行動計画部127及び自己診断部129に供給される。

【0065】行動計画部127は、対話管理部124における対話のコンテキストや、各センサ機能モジュール130…において規定されるロボット100の外界又は環境などに従って、ロボット100の行動計画を立てて、動作制御部128に対して行動の実現を命令する。また、本実施例では、行動計画部127は、行動計画の内容を情報記録管理部125に転送することができる。

【0066】動作制御部128は、行動計画部127によって指示された行動を実現すべく、各関節アクチュエータ（図3及び図4を参照のこと）に対して回転指令や各速度指令などの動作指令を発行する。この結果、予定又は期待されるロボット100の行動が実現される。各関節アクチュエータの回転位置は各関節角度センサ132によって測定され、フィードバック制御を行うことができる。

【0067】動作制御部128は、逐次命令される行動を実現するための動作パターンをリアルタイムで動的に生成してもよいが、歩行やその他の主要な動作パターンの軌道計画をあらかじめ容易（すなわちオフラインで計算）しておいてもよい。後者の場合、動作制御部128は、行動計画部127から行動命令が発行されると、これに該当する動作パターン軌道計画を呼び出し、目標軌道を適宜修正しながら行動を実現することができる。なお、特開昭62-97006号公報には、予め記憶された歩行パターン・データを用いることで、制御プログラムを簡素化するとともに、歩行パターンの各データ間を密につなぐことのできる多関節歩行ロボット制御装置について開示されている。

【0068】自己診断部129は、姿勢センサ130、

10

20

30

40

50

温度センサ131、関節角度センサ132、接触センサ133、力センサ134、電源管理部135、通信制御部136などのセンサ群の検出出力を基に、計画された行動の実行状況、異常や故障、トラブルなど、ロボット100内部の状況を自己診断するようになっている。また、本実施例では、自己診断部129は、自己診断結果を情報記録管理部125に転送することができる。

【0069】情報記録管理部125は、各部から以下の事柄を取得することができる。

(1) 認証処理部112及び又は114からのユーザ認証情報

(2) 対話管理部124において管理される対話内容又は最新のユーザ・コマンド

(3) 対話内容又はユーザ・コマンドと、外界又は環境の変化などによって決定される行動計画

(4) 自己診断部129において診断された行動計画の実行状況

【0070】そして、情報記録管理部125は、これらのデータを組み合わせ、さらに時計126から供給される現在時刻とついでして、「行動履歴」又は「経験情報」すなわち行動ログとして保存する。

【0071】行動ログは、例えば、情報記録管理部125のローカル・メモリ又はローカル・ディスク(図示しない)に不揮発的に保存される。あるいは、行動ログをメモリ・ステックのようなカートリッジで挿抜可能な記憶装置に格納しておけば、後でロボット100から取り外して外部の計算機システム上で行動ログを解析処理することができる。

【0072】また、情報記録管理部125に保存される「行動履歴」又は「経験情報」は、時刻情報を用いて検索することができる。あるいは、音声認識部115などを介したロボット100との対話により引き出すことができる。

【0073】図6には、脚式移動ロボット100において行動記録又は経験情報の記録処理を実現するための機能ブロック構成に関する他の例を図解している。同図に示すロボット100は、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話に追従して行動計画を立てる「対話駆動」方式の他に、さらに、ユーザとの対話に頼らず自律的に行動計画を立てる「自律駆動」方式の動作を行うことができる。

【0074】脚式移動ロボット100は、ユーザ認証のために、指紋センサ111又は視覚センサ113のうち少なくとも一方を利用する。視覚センサ113は、例えば、頭部に搭載されたCCD(Charge Coupled Device: 電荷結合素子)カメラなどの画像入力装置251を兼用することができる。また、指紋センサ111は、図1〜図4には特に図示しないが、例えば頭部や肩部などユーザが指先を置きやすい部位に指紋読取ヘッドを配設

しておく。

【0075】指紋センサ111及び認証処理部112は、指紋照合を明示的に要求したユーザに対してより正確な認証処理を行うことができる。他方、視覚センサ113及び認証処理部114は、特にユーザが要求しない場合であっても、カメラでユーザの姿を追跡し、ユーザが無意識のうちに認証処理を行う。また、認証処理部112及び114は、ユーザの認証結果を情報記録管理部125に転送する。

10 【0076】また、脚式移動ロボット100は、ユーザがコマンドを入力するために、音声認識部115、通信制御部116、画像認識部117、コマンド118という4通りの手段を提供している。

【0077】音声認識部115は、マイクなどの音声入力装置252と、音声認識処理可能なCPU211(又はその他の演算処理回路)によって構成される。ユーザが音声で入力すると、音声認識部115はユーザの音声を確認し、さらにコマンド解釈部119は音声認識結果に基づいてロボット100に対するコマンドを理解・解析する。

20 【0078】また、通信制御部116は、通信インターフェース254と、通信コマンド又はデータの処理を行うCPU211(又はその他の演算処理回路)によって構成される。通信インターフェース254は、無線データ通信網経由で外部の情報端末(例えばパーソナル・コンピュータ)と相互接続している。通信制御部116は、ユーザが通信回線経由で転送するコマンドを受信処理する。受信されたコマンドは、コマンド解釈部119において解釈された後、対話管理部124に転送される。

30 【0079】画像認識部117は、CCDカメラなどの画像入力部251と、画像認識処理可能なCPU211(又はその他の演算処理回路)によって構成される。ユーザは、身振りや手振り、ジェスチャなどの形式でユーザ・コマンドが入力されると、画像認識部117はこれを画像認識し、さらにコマンド解釈部119は認識結果に基づいてコマンドとして理解・解析する。

40 【0080】コマンド118は、脚式移動ロボット100上に搭載された、キー/ボタン操作可能なユーザ入力装置、又は、リモート・コントローラ(図示しない)として構成される。ユーザは、ロボットが一義的に解釈可能な形式のコマンドなどをコマンド118上で打ち込むことができる。コマンド118上で入力されたユーザ・コマンドは、コマンド解釈部119において解釈された後、対話管理部124に転送される。

50 【0081】対話管理部124は、コマンド解釈部119経由で受け取った各種形式のコマンドを、時系列的に管理するとともに、ユーザとの対話のコンテキストを理解するとともに対話コンテキストの維持を図る。対話管理部124は、ユーザとの対話内容を情報記録管理部12

5に転送する。また、対話管理部124は、ユーザ入力に応じた返事を音声合成部120で生成して、スピーカを介して外部に音声出力したり、あるいは通信制御部121経由で対話内容を外部計算機システム上に出力する。

【0082】音声合成部120は、スピーカなどの音声出力装置253と、音声合成処理可能なCPU211

(又はその他の演算処理回路)によって構成される。また、通信制御部121は、通信インターフェース254と、通信インターフェース254経由で交換するコマンド又はデータの処理を行うCPU211(又はその他の演算処理回路)によって構成される。

【0083】姿勢センサ130、温度センサ131、関節角度センサ132、接触センサ133、力センサ134、電源管理部135、通信制御検出部136は、ロボット100の外界又は環境やその変化を検出するための機能モジュールである。

【0084】姿勢センサ130は、ロボット100の路面に対する姿勢を検出する。また、関節角度センサ132は、各関節アクチュエータ毎に配設された回転エンコーダに相当する。また、接触センサ133は、足部に配設された接地確認センサ352、352に相当する。また、力センサ134は、ロボット100の全身の各部位に配設され、ユーザあるいは外界の障害物との接触を検出する。電源管理部135は、ロボット100の主電源であるバッテリーの電源電圧、電流、電源容量などを監視する。また、通信制御検出部136は、通信インターフェース254と、通信コマンド又はデータの処理を行うCPU211(又はその他の演算処理回路)によって構成され、通信コマンド又は通信データによる外界又は環境の変化を検出する。

【0085】これらセンサ類で規定されるロボット100の環境要因は自律行動計画部140及び自己診断部129に供給される。

【0086】自律行動計画部140は、上記センサ類からの入力データなどに基づく外界の変化などに基づいて、感情モデル状態マシン141内の感情モデルを決定することで、自律的にロボット100の行動計画を立てて、動作制御部128に対して行動の実現を命令する。また、自律行動計画部140は、行動計画の内容を情報記録管理部125に転送することができる。(なお、本出願人に既に譲渡されている特願平11-341374号明細書には、動作に起因する感情本能モデルを有し、入力情報に基づいて感情本能モデルを変化させて動作をコントロールする脚式ロボットについて開示されている。)

【0087】動作制御部128は、自律行動計画部140によって指示された行動を実現すべく、各関節アクチュエータに対して回転指令や各速度指令などの動作指令を発行する。この結果、予定又は期待されるロボット1

00の行動が実現される。各関節アクチュエータの回転位置は各関節角度センサ132によって測定され、フィードバック制御を行うことができる。

【0088】動作制御部128は、逐次命令される行動を実現するための動作パターンをリアルタイムで動的に生成してもよいが、歩行やその他の主要な動作パターンの軌道計画をあらかじめ容易しておいてもよい。

【0089】自己診断部129は、姿勢センサ130、温度センサ131、関節角度センサ132、接触センサ133、力センサ134、電源管理部135、通信制御検出部136などのセンサ類の検出出力を基に、計画された行動の実行状況、異常や故障、トラブルなど、ロボット100内部の状況を自己診断する。また、自己診断部129は、自己診断結果を情報記録管理部125に転送する。

【0090】情報記録管理部125は、各部から以下の事柄を取得することができる。

(1) 認識処理部112及び/又は114からのユーザ認証情報

(2) 対話管理部124において管理される対話内容又は最新のユーザ・コマンド

(3) 感情モデルに従って自律行動計画部140が決定した行動計画

(4) 自己診断部129において診断された行動計画の実行状況

【0091】そして、情報記録管理部125は、これらのデータを組み合わせ、さらに時計126から供給される現在時刻と照らし合わせて、「行動履歴」又は「経験情報」すなわち行動ログとして保存する。

【0092】行動ログは、例えば、情報記録管理部125のローカル・メモリ又はローカル・ディスク(図示しない)に不揮発的に保存される。あるいは、行動ログをメモリ・ステックのようなカートリッジで挿抜可能な記憶装置に格納しておけば、後でロボットから取り外して外部の計算機システム上で行動ログを解析処理することができる。

【0093】また、単一のロボット100が音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話に追従して行動計画を立てる「対話駆動」方式と、ユーザとの対話に頼らず自律的に行動計画を立てる「自律駆動」方式の双方の動作方式をサポートする場合には、行動計画が対話駆動又は自律駆動のいずれによるものかの識別情報を併せて記録するようにしてもよい。

【0094】情報記録管理部125に保存される「行動履歴」又は「経験情報」は、時刻情報を用いて検索することができる。あるいは、音声認識部115などを介したロボット100との対話により引き出すことができる。

【0095】図7には、行動ログのデータ・フォーマットを例示している。図同に示すように、1つのログは、

時刻フィールドと、ユーザ認証情報フィールドと、対話内容フィールドと、行動計画フィールドと、動作モードフィールドと、行動結果及び自己診断結果フィールドで構成される。

【0096】時刻フィールドには、時計126から供給される実時間が書き込まれる。また、ユーザ認証情報フィールドには、指紋センサ111及び認証処理部112、あるいは、視覚センサ113及び認証処理部114によって認証されたユーザ情報が書き込まれる。認証ユーザは、対話動作上のコマンド発行元であることもある。また、対話内容フィールドには、対話管理部124で管理される対話内容が書き込まれる。

【0097】また、行動計画フィールドには、行動計画部127又は自律行動計画部140によって立てられた行動計画が書き込まれる。また、動作モード・フィールドには、現在のロボット100の行動計画が対話駆動又は自律駆動のいずれの動作方式で決定されたかを識別する情報が書き込まれる。

【0098】また、行動結果及び自己診断結果フィールドには、各関節角度センサ132の出力に基づいて算出された動作実現状況や、その他の各センサ出力に基づいて判定される自己診断結果（故障状況など）が書き込まれる。

【0099】上述したようなデータを含む行動ログを解析することによって、ロボット100の行動や、異常、事故、トラブル発生時の要因などを推定することができるという点を充分に理解されたい。

【0100】図8には、本実施例に係るロボット100がとることができる動作状態を示している。同図に示すように、本実施例に係るロボット100は、能動駆動と受動駆動という状態を持つことができる。

【0101】受動駆動では、ユーザから一義的に解釈されるコマンドを受け取って、その指示通りにのみ動作を実行し、ロボット100が持つ思考や感情などの内部地話は全く機能しない。

【0102】例えば、「歩け」というユーザ指示に対して、あらかじめ蓄積された歩行パターンを読み出して、歩行動作を実現する駆動状態が受動駆動に相当する。このような場合、ロボット100の制御機能は、姿勢安定制御や外乱などに伴う目標軌道の修正などを行うが、思考や感情は作用せず、ユーザとの対話は成立しない（又は不要である）。

【0103】したがって、受動駆動状態では、図7に示す行動ログのうち、対話内容フィールドには、入力されたコマンドがそのまま書き込まれる。また、ロボット100自身は行動計画を立てないで、行動計画フィールドはブランク又はデフォルト値が書き込まれる。また、動作モード・フィールドには、受動駆動状態であることを示す識別情報が書き込まれる。また、行動結果及び自己診断結果フィールドには、各関節角度センサ132の

出力に基づいて算出された動作実現状況や、その他の各センサ出力に基づいて判定される自己診断結果（故障状況など）が書き込まれる。

【0104】また、能動状態では、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話に従って行動計画を立てる「対話駆動」方式と、ユーザとの対話に頼らず自律的に行動計画を立てる「自律駆動」方式という2通りの動作状態がある。

【0105】ロボット100は、対話駆動方式又は自律駆動方式のいずれか一方のみで動作するようにしてもよいし、両駆動方式間を双方向又は一方で切り替え可能であってもよい。例えば、最後のユーザ入力又は対話からの経過時間など所定の事象に発生により自律駆動方式に遷移したり、あるいは、次のユーザ入力又は対話の発生によって対話駆動方式に復帰するようにしてもよい。

【0106】図9には、能動駆動時におけるロボット100の動作シーケンスを模式的に示している。

【0107】対話駆動時には、ユーザ入力があると、これを認識するとともにコマンドとして解釈して対話管理する。また、対話を行うユーザは、指紋センサ又は視覚センサを介して認証処理される。さらに、対話内容とセンサ入力された外的環境に基づいて行動計画を立てて、行動に対応する動作パターンを実行する。動作パターンの実行状況はセンサ入力によって得られる。

【0108】したがって、対話駆動状態では、図7に示す行動ログのうち、ユーザ認証情報フィールドには、ロボット100との対話を行うユーザに関する認証情報が書き込まれる。また、対話内容フィールドにはユーザとの間で成立した対話内容が書き込まれる。また、行動計画フィールドには、ロボット100が対話内容や外部環境の変化に応じて決定した行動計画が書き込まれる。また、動作モード・フィールドには、対話駆動状態であることを示す識別情報が書き込まれる。また、行動結果及び自己診断結果フィールドには、各関節角度センサ132の出力に基づいて算出された動作実現状況や、その他の各センサ出力に基づいて判定される自己診断結果（故障状況など）が書き込まれる。

【0109】一方、自律駆動時には、ユーザ入力が入り込んでいるか又はユーザ入力を受け付けず、したがってユーザとの対話が成立していない。このような場合、ロボット100は、ユーザとの対話に頼らず、センサ入力される外部環境の変化と感情モデルに基づいて自律的に行動計画を立てる。そして、行動に対応する動作パターンを実行し、動作パターンの実行状況はセンサ入力によって得られる。自律駆動時には、周辺に居るユーザはコマンド発行元ではないので、ユーザ認証を行っても行わなくてもよい。

【0110】したがって、自律駆動状態では、図7に示す行動ログのうち、ユーザ認証情報フィールドには、周辺に居るユーザの認証情報が書き込まれるが、又は、ブラ

ンク若しくはデフォルト値である。また、対話内容フィールドには、入力されたコマンドがそのまま書き込まれる。また、行動計画フィールドには、ロボット 100 が感情モデルや外部環境の変化に応じて決定した行動計画が書き込まれる。また、動作モード・フィールドには、自律駆動状態であることを示す識別情報が書き込まれる。また、行動結果及び自己診断結果フィールドには、各関節角度センサ 132 の出力に基づいて算出された動作実現状況や、その他の各センサ出力に基づいて判定される自己診断結果（故障状況など）が書き込まれる。

【0111】上述したようなデータを含む行動ログを解析することによって、ロボット 100 が図 8 に示すいずれの駆動状態であっても、ロボット 100 の行動や、異常、事故、トラブル発生時の要因などを推定することができるという点を充分に理解されたい。

【0112】〔追補〕以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

#### 【0113】

【発明の効果】以上詳記したように、本発明によれば、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話に追従して行動計画を立てたり、ユーザ入力に頼らず自律的に行動計画を立てたりすることができる、優れた行動計画型ロボットを提供することができる。

【0114】また、本発明によれば、「対話駆動」又は「自律駆動」を行う期間中に異常や故障を発生したりトラブルに巻き込まれた場合であってもその原因を究明することができる、優れた行動計画型ロボットを提供することができる。

【0115】本発明に係るロボットは、ロボットに指令を与えるユーザを認証することができる。あるいは認証できないユーザの顔や声あるいはその他の生体上の特徴情報を抽出する。さらに、ユーザから与えられた指令の内容と、ロボットが指令に応じて取った行動や行動の実行時刻とを組み合わせて記録する。その他、ロボットの内部状態やセンサ入力情報を併せて記録してもよい。したがって、ユーザは、記録内容を解析することによって、ロボットに起こった異常や故障、トラブルの原因を究明することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施に供される脚式移動ロボット 100

0 を前方から眺望した様子を示した図である。

【図 2】本発明の実施に供される脚式移動ロボット 100 を後方から眺望した様子を示した図である。

【図 3】本実施例に係る脚式移動ロボット 100 が具備する自由度構成モデルを模式的に示した図である。

【図 4】本実施例に係る脚式移動ロボット 100 の制御システム構成を模式的に示した図である。

【図 5】本実施例に係る脚式移動ロボット 100 において行動記録又は経験情報を記録する機能ブロック構成の一例を模式的に示した図である。

【図 6】本実施例に係る脚式移動ロボット 100 において行動記録又は経験情報を記録する機能ブロック構成の他の例を模式的に示した図である。

【図 7】行動ログのデータ・フォーマット例を示した図である。

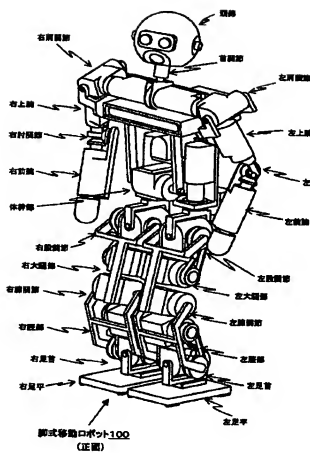
【図 8】本実施例に係るロボット 100 がとることができる動作状態を示した図である。

【図 9】本実施例におけるロボット 100 の動作シーケンスを模式的に示した図である。

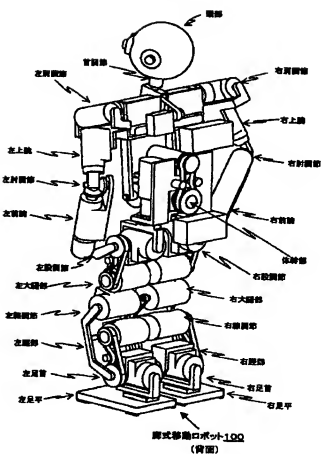
【符号の説明】

- 1…頭部、2…首関節ヨー軸
- 3…首関節ピッチ軸、4…首関節ロール軸
- 5…体幹ピッチ軸、6…体幹ロール軸
- 7…体幹ヨー軸、8…肩関節ピッチ軸
- 9…肩関節ロール軸、10…上腕ヨー軸
- 11…肘関節ピッチ軸、12…前腕ヨー軸
- 13…手首関節ピッチ軸、14…手首関節ロール軸
- 15…手部、16…股関節ヨー軸
- 17…股関節ピッチ軸、18…股関節ロール軸
- 19…膝関節ピッチ軸、20…足首関節ピッチ軸
- 21…足首関節ロール軸、22…足部（足底）
- 100…脚式移動ロボット
- 200…思考制御モジュール
- 201…バス・インターフェース
- 211…CPU、212…RAM、213…ROM
- 214…外部記憶装置
- 251…画像入力装置（CCDカメラ）
- 252…音声入力装置（マイク）
- 253…音声出力装置（スピーカ）
- 254…通信インターフェース
- 300…運動制御モジュール
- 301…バス・インターフェース
- 311…CPU、312…RAM、313…ROM
- 314…外部記憶装置、351…姿勢センサ
- 352、353…接地確認センサ
- 354…電源制御装置

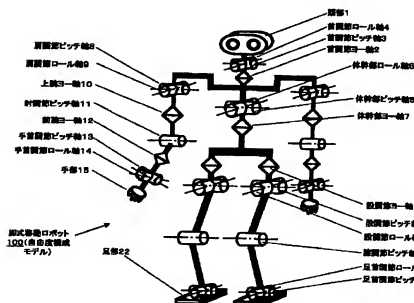
【图 1】



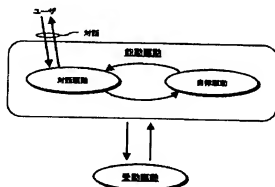
【图2】



【例 3】

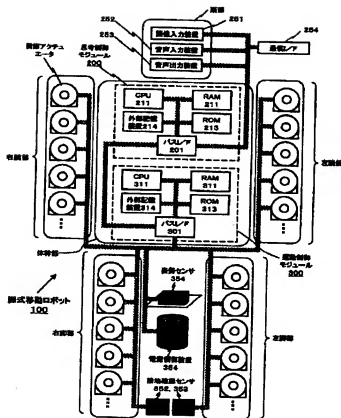


【图 8】





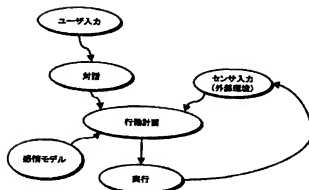
【図4】



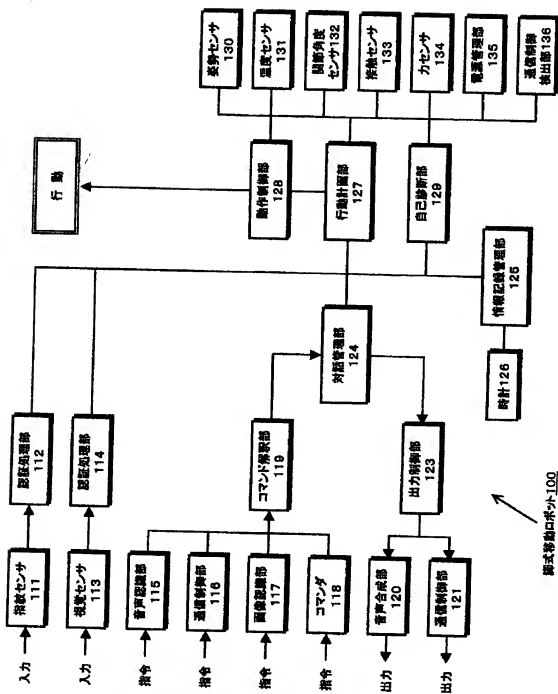
【図7】

演算	ユーザ 操作部	制御部	動作計画	動作モード	動作結果 自己評価部
----	------------	-----	------	-------	---------------

【図9】

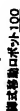


【図5】



図式番号: 100-100

【图6】



(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G O 6 N 3/00

550

G O 5 B 19/4155

G 0 6 N 3/00

S

550 E

F ターム(参考) 3F059 AA00 BA02 BB06 BC07 CA05  
CA06 DA02 DA05 DA09 DB02  
DB09 DC01 DC04 DC07 DD01  
DD08 DD11 DD18 FA03 FA05  
FB01 FB13 FB17 FB29 FC02  
FC03 FC06 FC13 FC14 FC15  
5H004 GA26 GB16 HA07 HB07 KD56  
KD58  
5H269 AB21 AB33 BB03 BB09 BB11  
CC09 CC01 MM07 PP02 QE34  
QE37  
9A001 BB04 BB06 DZ15 FZ04 GZ09  
HH05 HH19 HH34 HZ10 HZ15  
HZ20 HZ22 HZ23 KK32 KK37  
KK62 LL06